

GUSTAVO RIBAS CURCIO

CARACTERIZAÇÃO E GENESE DE PODZOLICOS
VERMELHO-AMARELOS E CAMBISSOLOS DA
PORÇÃO SUL DA SERRA DO MAR - PR

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "CIÊNCIA DO SOLO" DO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ, COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE.

CURITIBA

1992




CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
"CIÊNCIA DO SOLO"

P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de concentração "Ciência do Solo" para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato GUSTAVO RIBAS CURCIO, com o título: "CARACTERÍSTICAS E GÊNESE DE PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS E CAMBIS-SOLOS DA PORÇÃO SUL DA SERRA DO MAR - PR", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de Parecer pela APROVAÇÃO da Dissertação, com o conceito "B" completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo".

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 30 de novembro de 1992.


Prof. Dr. Arthur Santos Filho, Presidente.


Prof. Dr. Jairo Jiménez Rueda, I Examinador.


Prof. M.Sc. Emerson Carneiro Camargo, II Examinador.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Arthur Santos Filho, orientador e amigo, meus agradecimentos especiais, pela sua efetiva participação e apoio na elaboração deste trabalho.
- A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo suporte financeiro de parte de minha tese e franquia do uso de recursos materiais e humanos para a execução de várias etapas da pesquisa.
- A Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela oportunidade de aperfeiçoamento através do curso de Pós-Graduação e ao Prof. Carlos Bruno Reissmann pela franquia de seus recursos materiais para a realização desta tese.
- A CAPES pela bolsa de estudos.
- Ao Prof. Dr. Omar Ferreira Lopes pelo apoio prestado na identificação das litologias e suas áreas de ocorrência para a melhor localização dos perfis, além das informações que contribuíram para a efetivação desta.
- Aos professores da Universidade Federal do Paraná que de alguma forma colaboraram para o meu aprimoramento profissional.
- Ao amigo Marcos Fernando Gluck Rachwal pelas constantes trocas de idéias durante a realização deste trabalho e pelo auxílio na coleta e descrição dos perfis.
- A amiga Celina Wisniewski e ao amigo Paulo Chedid pela ajuda na coleta e descrição dos perfis.
- Aos amigos e pesquisadores Moacyr de Jesus Rauen, Alcides Cardoso e Américo Pereira de Carvalho pelas sugestões e observações no decorrer deste trabalho.

- Ao Prof. Paulo Cezar Gianini pelo valioso auxílio na determinação dos minerais pesados.
- Ao Prof. Nelson Luiz Chodur pela sua valiosa colaboração na análise semiquantitativa da areia fina.
- A colega e pesquisadora Mariza Nascimento Duarte pela assistência nas análises mineralógicas da fração argila.
- Aos colegas José Lopes de Paula e Maria Elisabeth C.C.M. Melo, pelo auxílio no preparo das amostras para mineralogia.
- Aos colegas laboratoristas Aldair Marty Munhoz, Maria Aparecida Carvalho dos Santos e Valdina Celestino Rocha pelo auxílio nas análises laboratoriais.
- A colega Maria da Penha Delaia pelo apoio recebido.
- As colegas Liliana Luisa Pizzolato e Doroti M.L. Andrade pela revisão da estrutura da tese e referências bibliográficas.

Aos meus filhos
Marcelo e Eduardo
dedico

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 TRABALHOS EFETUADOS NO PARANA	2
2.2 SOLO X PAISAGEM	5
2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS	10
2.4 CARACTERÍSTICAS FISICAS	13
2.5 CARACTERÍSTICAS QUIMICAS	14
2.5.1 Oxidos Pedogenéticos	18
2.5.2 Micronutrientes	21
3. CARACTERÍSTICAS DO MEIO FISICO	24
3.1 CLIMA	24
3.2 VEGETAÇÃO	25
3.3 GEOLOGIA	26
3.4 SOLOS	28
4. MATERIAIS E METODOS	31
4.1 SELEÇÃO DOS SOLOS	31
4.2 COLETA E DESCRIÇÕES MORFOLOGICAS	31
4.3 PREPARO DAS AMOSTRAS	31
4.4 ANALISES FISICAS	33
4.5 ANALISES QUIMICAS	33
4.6 ANALISES MINERALOGICAS	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS	39
5.2 CARACTERÍSTICAS FISICAS	50
5.3 CARACTERÍSTICAS QUIMICAS	60

5.3.1	pH, ApH, bases trocáveis, soma de bases, hidrogênio + alumínio, saturação com alumínio, saturação em bases, CTC e carbono	60
5.3.2	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ e TiO ₂ provenientes do ataque sulfúrico e suas relações	64
5.3.3	Fe, Al, Mn extraído com oxalato de amônio (o), pirofosfato de sódio (p), ditionito-citrato de sódio (d) e digestão total (t)	72
5.4	CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS	97
5.4.1	Mineralogia da fração argila	97
5.4.2	Minerais pesados	109
5.4.3	Minerais leves	114
5.5	RELAÇÃO - SOLO X INTEMPERISMO	116
5.6	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	124
6.	CONCLUSÕES	126
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
	ANEXOS	139

LISTA DE FIGURAS

1 - LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS	32
2 - PERFIL 1 - PODZOLICO VERMELHO-AMARELO	47
3 - PERFIL 2 - PODZOLICO VERMELHO-AMARELO	47
4 - PERFIL 3 - PODZOLICO VERMELHO-AMARELO latossólico .	48
5 - PERFIL 4 - CAMBISSOLO LATOSSOLICO	48
6 - PERFIL 5 - CAMBISSOLO	49
7 - DISTRIBUIÇÃO DAS FRAÇÕES GRANULOMETRICAS	55
8 - ARGILA DISPERSA EM AGUA	56
9 - DISTRIBUIÇÃO DO Feo, Fep, Fed, Fet _s (SULFÚRICO) E Fetp (PERCLÓRICO)	81
10 - DISTRIBUIÇÃO DO Alo, Alp, Ald, Alt _s (SULFÚRICO) E Altp (PERCLÓRICO)	83
11 - DISTRIBUIÇÃO DO Mno, Mnp, Mnd E Mnt (PERCLÓRICO) ..	85
12 - DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bt ₂₁ E ROCHA(R) - PERFIL 1	92
13 - DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bt ₂₂ E ROCHA(R) - PERFIL 2	93
14 - DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bt ₂₂ E ROCHA(R) - PERFIL 3	94
15 - DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bi ₂₂ E ROCHA(R) - PERFIL 4	95
16 - DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bi ₂₂ E ROCHA(R) - PERFIL 5	96
17 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bt ₂₁ , BtC - PEDON 1; C - CAULINITA; VHE - VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; G - GIBSITA; M - MICA; Q - QUARTZO;	

(2:1) ARGILOMINERAL 2:1	100
18 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS, DO HORIZONTE Bt ₂₁ - PEDON 1; VHE - VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECA- MADAS	101
19 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA DESFER- RIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bt ₂₂ , C - PEDON 2; C - CAULINITA; VHE VERMICULITA COM HIDROXI NAS EN- TRECAMADAS; G - GIBSITA; M - MICA; Q - QUARTZO; (2:1) ARGILOMINERAL 2:1	102
20 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS, DO HORIZONTE Bt ₂₂ - PEDON 2; VHE VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECA- MADAS	103
21 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bt ₂₂ , C - PEDON 3; C - CAULINITA; V - VERMICULITA; VHE VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; G - GIBSITA; M - MICA; (2:1) ARGILOMINERAL 2:1	104
22 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS DO HORIZONTE Bt ₂₂ - PEDON 3; VHE - VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECA- MADAS	105
23 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bt ₂₂ , Bt ₂₁ - PEDON 4; C - CAULINITA; VHE VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; G - GIBSITA; M - MICA; Q - QUARTZO; (2:1) ARGILOMINERAL 2:1	106

24 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS DO HORIZONTE Bi22 - PEDON 4; VHE - VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRE- CAMADAS; V - VERMICULITA	107
25 - DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFER- RIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bi21 , C2 - PEDON 5; C - CAULINITA; M - MICA	108
26 - RELAÇÃO SILTE/ARGILA E CTC DOS HORIZONTES A , B DOS PERFIS	122
27 - VALOR Ki E RELAÇÕES Fed/Fet, Feo/Fed DOS HORIZONTES A , B	123

LISTA DE QUADROS

1 - CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DOS PERFIS ESTUDADOS ...	46
2 - COMPOSIÇÃO GRANULOMETRICA, RELAÇÃO SILTE/ARGILA, ARGILA DISPERSA EM AGUA, GRAU DE FLOCULAÇÃO E RELAÇÃO AREIA FINA/AREIA GROSSA E AREIA TOTAL/ARGILA TOTAL ..	59
3 - CARACTERÍSTICAS QUIMICAS	70
4 - ANALISE QUIMICA: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2 e TiO_2 PROVENIENTES DO ATAQUE SULFURICO E RELAÇÕES MOLECULARES $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ki), $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ E $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$	71
5 - Fe, Al E Mn EXTRAIDOS PELO DITIONITO, PIROFOSFATO, OXALATO, DIGESTÃO TOTAL E SUAS RELAÇÕES	79
6 - RELAÇÃO Fe_2O_3 DITIONITO/ARGILA TOTAL	87
7 - MINERAIS PESADOS. (%)	114
8 - ANALISE SEMIQUANTITATIVA POR CONTAGEM DE PONTOS SOB LUPA BINOCULAR (AREIA FINA)	116
9 - TEORES DE MAGNETITA E ILMENITA (%); RELAÇÕES MAG./ILM.; Fe_o/Fe_d ; Fe_d/Fe_t ; Ki; SILTE/ARGILA; TEOR DE ARGILA (%) CTC, MINERALOGIA DE ARGILA; TEOR DE ARGILA (%); CTC; MINERALOGIA DE ARGILA E Fe_t/Fe_d	121

SUMMARY

CARACTERIZATION OF RED-YELLOW PODZOLICS AND CAMBISSOLS DERIVED FROM GRANITE AND BIOTITE-MUSCOVITE-SCHIST IN THE SOUTHERN SERRA DO MAR-Pr.

To characterize the soils occurring in the foot and mid slopes of the South part of Serra do Mar, five pedons with their supposed parent material were collected. Morphological, physical, chemical and mineralogical analysis were carried on to characterize and to infer about the degree of evolution of the soils. The results showed the development of a moderate A horizon, over deep soils except for pedon 5 wich was somewhat deep. Moderate blocks were the prevailing soil structure, with granular structure as a subordinate character in pedons 3 and 4. Three of the pedons were classified as Red Yellow Podzolic. Their morphological, physical and chemical characteristics, along with the results of clay mineralogy, heavy-mettals and semi-quantitative analysis of the fine sand fraction suggest a high degree of pedogenetic evolution. For these soils inferences about the degree of weathering based exclusively on the results of pedogenetic oxides and Ki values can lead to misinterpretations. The remaining two pedons were classified as Cambisols with contrasting degree of evolution. Pedon 4 was essentially caulinitic, while pedon 5 along with caulinite had muscovite, demonstrating the influence of parent material (biotite-muscovite-schist). For pedon 5, the analysis of pedogenetic oxides can also be misleading in the presence of muscovite.

RESUMO

Para a caracterização dos solos que ocorrem nos terços médios e inferiores das vertentes da Serra do Mar-Pr (porção sul) foram selecionados 5 pedons com as supostas respectivas geologias. Foram efetuadas análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas e através de suas relações, além da caracterização dos solos, procurou-se inferir sobre o grau de evolução dos mesmos. Verifica-se em todos os pedons a presença de horizonte A moderado sobre solos espessos com excessão ao perfil 5, o qual apresenta-se na classe pouco profundo. A estrutura predominante é a em blocos moderadamente desenvolvida, ocorrendo em caráter subordinado a estrutura granular nos solos 3 e 4. Dos cinco perfis, três foram agrupados como Podzólico Vermelho-Amarelo. Suas características morfológicas, físicas e químicas, sugerem um avançado grau de evolução pedogenética, conclusão esta ratificada pela análise mineralógica da fração argila (cauliníticos), minerais pesados e análise semi-quantitativa da fração areia fina. Verificou-se nestes solos, que inferências sobre grau de intemperismo baseados exclusivamente na relação Fed/Fet bem como no valor K_i , podem conduzir a interpretações inadequadas. Os demais solos foram classificados como Cambissolos e encontram-se em estágios de evolução contrastantes. Enquanto o perfil 4 é essencialmente caulinítico, o pedon 5, além da caulinita, apresenta elevada presença de muscovita, demonstrando a influência do material de origem (biotita-muscovita-xisto). No perfil 5, também verificou-se que a relação Fed/Fet pode ser desfavorecida perante a presença de muscovita.

1 INTRODUÇÃO

Para o perfeito entendimento da dinâmica dos ecossistemas são imprescindíveis estudos aprofundados sobre cada componente estrutural e sua interação com os demais.

O solo, além de constituir-se por si em um ecossistema, em escala menor, é um elemento de suma importância no ecossistema Serra do Mar, muitas vezes sendo o fator determinante da fragilidade deste ambiente.

Os solos estudados neste trabalho, apresentam ampla distribuição na paisagem Serra do Mar, considerados os terços médios e inferior das vertentes nas respectivas geologias e, apesar destas áreas pertencerem a área de Tombamento da Porção Sul da Serra do Mar, estes solos encontram-se sob utilização agrícola conflitiva ao seu potencial de uso, promovendo a degradação deste ambiente e de outros sob sua influência como as baías de Paranaguá, Antonina, Laranjeiras e Guaratuba bem como a superfície quaternária do litoral paranaense.

Portanto justifica-se a importância de estudos mais detalhados sobre os componentes do ecossistema, no caso, o solo, afim de que possa o homem compreender cada vez mais o que, por que e como preservar.

Além disso, por diversas ocasiões ficou patente a necessidade de conhecimentos mais consistentes acerca das características diagnósticas macromorfológicas que, balizadas

pelas análises laboratoriais servissem de critérios distintivos efetivos para um melhor enquadramento taxonômico.

Neste sentido, esta pesquisa objetiva caracterizar e classificar os solos da região, através de análises morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas e suas relações, bem como fornecer resultados que possam contribuir para o sistema nacional de classificação de solos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TRABALHOS EFETUADOS NO PARANÁ

Devido a grande heterogeneidade de solos aliada a diversidade climática e geológica, pode-se afirmar que é pouco expressivo a quantidade de trabalhos relativos a gênese de solos no Brasil. Mais propriamente no Paraná, são bem poucos os pesquisadores que desenvolvem ou desenvolveram pesquisas nessa linha, dentre eles LIMA. (1974); LIMA et al. (1977), investigaram solos do grande grupo Rubrozem localizado na bacia de Curitiba, concluindo ser sua formação poligenética, com mineralogia predominantemente caulinítica.

SANTOS FILHO (1977) em estudos de alguns solos representativos do Estado do Paraná, verificou que as relações entre Feo/Fed(ferro oxalato/ferro ditionito) eram altas e Fed/Fet(ferro ditionito/ferro total) baixas com a ausência da caulinita e presença de ilita e montmorilonita em Cambissolo e com a presença de interestratificados do tipo vermiculita-ilita-montmorilonita e caulinita mal cristalizada em Litossolo. Nos Latossolos, com a presença de caulinita e

gibsitita na fração argila, a relação Fed/Fet é elevada e o Feo/Fed é baixa.

LIMA (1979) em pesquisa de três topossequências do derrame basáltico no Paraná, detectou como predominante na fração argila dos solos mais evoluídos a caulinita, gibsitita e vermiculita aluminosa e nos solos mais jovens a caulinita e montmorilonita.

LIMA (1979a), em estudos de características pedológicas relacionadas com a posição na paisagem de solos derivados de rochas básicas no sudoeste do Estado do Paraná, constatou que a presença de horizonte de subsuperfície em diversos estágios de evolução relaciona-se com relevos mais movimentados de superfícies mais recentes, enquanto que o horizonte latossólico relaciona-se com relevo suave ondulado de superfície antiga. Verificou ainda a autora que os teores de argila aumentavam quanto maior o desenvolvimento do solo e que os solos situados na superfície mais recente eram eutróficos com valores de CTC elevados e presença de argilo-minerais 2:1 enquanto na superfície antiga o solo é álico com baixa CTC em decorrência da predominância de minerais 1:1.

Na bacia sedimentar de Curitiba VOLKOF; MELFI (1980) investigaram a mineralogia de dois perfis de Rubrozem e determinaram a seguinte evolução mineralógica no perfil: ilita no horizonte C, ilita e caulinita no horizonte B₂ e caulinita, vermiculita aluminosa e gibsitita no horizonte A. Tal evolução denota uma forte dessilificação onde a smectita da origem a caulinita que por sua vez, no horizonte A, origina a gibsitita.

RAUEN (1980) estudando uma topossequência em basalto envolvendo Latossolo Roxo Álico, Latossolo Roxo Distrófico,

Terra Roxa Estruturada e Brunizem, verificou que a mineralogia da fração argila fina é predominantemente caulinítica e hematítica em todos os perfis. Para a argila grossa ocorre a caulinita, hematita e metahalosita em quase todos os perfis; gibsita, maghemita e vermiculita com hidróxi entre camada são comuns nos Latossolos e Terra Roxa Estruturada enquanto mica, plagioclásio, quartzo, cristobalita e minerais 2:1 são comuns no horizonte BC da Terra Roxa Estruturada e no perfil do Brunizem.

ROCHA (1981) em pesquisa realizada sobre Latossolos, Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro, Rubrozem, Cambissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo na bacia sedimentar de Curitiba, verificou a predominância de caulinita e secundariamente gibsita nos solos localizados em superfícies pedimentadas. Em solos localizados na superfície de erosão das encostas ocorrem menores concentrações de caulinita com presença de gibsita no horizonte superficial e ilita e montmorilonita nos horizontes mais profundos.

Na região de Foz do Iguaçu-Pr, SANTOS FILHO; ROCHA (1981b) encontraram diferenças nos teores de óxidos pedogenéticos em solos localizados em diferentes superfícies. Nas superfícies mais altas, onde os solos são provenientes de rochas eruptivas básicas, evidenciaram os maiores teores e os menores valores para os solos compartimentalizados em basalto com contribuição de sedimentos arenosos.

ROCHA et al. (1982) em estudos de composição química total em Latossolos das regiões de Curitiba e Castro, identificaram nos Latossolos de Castro (com maior desenvolvimento

genético), maiores teores de Ca, Mg, K e Na, atribuindo tal resultado possivelmente a influência do material de origem.

Já na região de Contenda, SANTOS FILHO et al. (1982) em estudos de caracterização de Cambissolo provenientes de migmatitos, verificaram o baixo grau de desenvolvimento morfológico e genético em virtude da pequena espessura, elevada relação silte/argila e baixa relação Fed/Fet.

Na região de Curitiba, em Cambissolos desenvolvidos sobre filitos, LIMA; LIMA (1985) evidenciaram a alteração de muscovita para mica-vermiculita e vermiculita com hidroxí interlaminar e caulinita e gibsitita originada de feldspatos.

Ainda na região de Curitiba LIMA; LIMA (1986) estudando evolução mineralógica em Solo Litólico substrato quartzito, observaram a presença no horizonte superficial de caulinita e vermiculita com hidroxí interlaminar, sendo que provavelmente o feldspato altere-se para caulinita e a mica para vermiculita com hidroxí interlaminar.

2.2 SOLO X PAISAGEM

Muitos estudos são realizados a respeito do binômio solo/paisagem e várias são as vezes que por intermédio do estudo de um é possível inferir sobre o outro. Neste sentido RUHE (1956), identificou e correlacionou superfícies geomórficas com tipos de solos e concluiu que a espessura do horizonte B e do solum, assim como o teor de argila, aumentaram dos solos mais jovens para os mais antigos, relacionando a mineralogia dos solos com o grau de intemperismo.

LIMA (1979a) estudando uma sequência de solos desenvolvidos de rochas básicas no sudoeste do Paraná, detectou uma relação entre as características pedológicas e a localização dos solos na paisagem uma vez que os solos eutróficos, menos desenvolvidos e com mineralogia 2:1 encontram-se em superfícies mais recentes, enquanto o solo mais desenvolvido, com minerais de argila 1:1, encontram-se em superfícies mais antiga.

LIMA (1979) procedendo pesquisas em topossequências de solos no derrame basáltico no Estado do Paraná, verificou que as diferenças entre o Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada e Brunizem Avermelhado se devem basicamente ao posicionamento na paisagem. O Latossolo Roxo está sujeito a um maior grau de intemperismo e lixiviação por se encontrar em áreas planas e antigas, enquanto o Brunizem Avermelhado em relevo mais acidentado, sofre uma menor atuação desses processos. Por sua vez a Terra Roxa Estruturada encontra-se em uma situação intermediária.

ROCHA (1981) efetuou estudos na região de Curitiba envolvendo uma superfície pediplanada residual onde encontram-se Latossolos bastante intemperizados. Nos pedimentos mais baixos, não atingidos por processos intensos de ação erosiva recente tem-se a presença de Latossolos menos intemperizados. Em superfícies rejuvenescidas por processos erosivos recentes como pedimentos dissecados e superfícies de erosão, apresentam-se solos mais jovens, no caso Cambissolos e solos com B textural. A caulinita predomina nos solos encontrados nas superfícies pedimentadas com gibsitita secundariamente.

Também estão presentes interestratificados do grupo clorita-vermiculita. Nos Latossolos e solos com B textural derivados de argilita com influência arcossiana, observa-se ainda pequena quantidade de ilita nos horizontes subsuperficiais.

Nos solos situados nas superfícies de erosão, ocorrem menores concentrações de caulinita com gibsitita no horizonte superficial e ilita e montmorilonita nos horizontes mais profundos. Atribui o autor ao rejuvenescimento das superfícies através de processos erosivos motivo pelo qual estão presentes a caulinita e gibsitita com interestratificados do grupo clorita-vermiculita.

SANTOS FILHO; ROCHA (1981a,b,c); SANTOS FILHO et al. (1983), estudaram as relações entre a distribuição dos solos na paisagem e superfícies de erosão na região de Foz do Iguaçu-Pr. O Latossolo Roxo encontrava-se no nível de erosão I, mais antigo e mais alto em relevo praticamente plano, a Terra Roxa Estruturada ocupava o nível II em relevo ondulado, o Podzólico Vermelho-Amarelo no nível III, superfície esta coberta por sedimentos fluviais e paludais de textura arenosa e na superfície mais jovem correspondente ao nível IV, em relevo forte ondulado, encontravam-se a Terra Roxa Estruturada rasa e Solos Litólicos. Estes resultados indicam um maior grau de desenvolvimento dos solos que ocupam as superfícies mais antigas.

UBERTI; KLAMT (1984) no planalto do Rio Grande do Sul, estudaram as relações entre solo e superfícies geomórficas e concluíram que a região é composta por superfícies policíclicas e que os solos mais evoluídos no caso Terra Roxa

Estruturada, Brunizem Avermelhado e Cambissolos encontram-se nas superfícies mais estáveis da paisagem enquanto os Solos Litólicos ocuparam as encostas.

BARRETO (1985) em estudos da posição central da Província da Serra da Mantiqueira (Pr-SP-RJ), verificou que a topografia se sobrepõe às condições climáticas como condicionante da gênese e distribuição dos solos na região estudada, sendo possível relacionar a ocupação dos solos na paisagem com os diferentes níveis de erosão e coluvionamento. Portanto, na parte central e setentrional de sua área de estudo, os Cambissolos que representam as raízes das antigas coberturas lateríticas, ocupam normalmente as partes mais altas e mais íngremes do relevo. Nestas posições, cita o autor, a erosão é um fator importante, impedindo o espessamento do solo e consequentemente, a mais intensa evolução dos minerais presentes. Por outro lado, os Latossolos ocupam altimetria inferior, constituída por vales intramontanos (parte setentrional) e por degraus de coluvionamento (parte central). Nestas áreas, os materiais provenientes de erosões pretéritas de solos lateríticos das partes mais altas, formaram um manto bastante espesso, que sofreu uma nova pedogênese latossólica. Os solos intermediários (Cambissolo latossólico) associados aos Cambissolos, parecem constituir testemunhos da cobertura laterítica de antiga superfície aplainada que não foi totalmente erodida. Estes solos constituem uma fase intermediária entre os Latossolos pretéritos das partes mais altas e os Cambissolos que predominam atualmente na área (Latossolos truncados). Por outro lado, os solos intermediários associados aos Latossolos

(Latossolo cãmico) constituem, aparentemente, uma primeira fase logo após o coluvionamento dos materiais, que ainda não sofreu uma pedogênese latossólica completa, podendo ainda ser estágios atuais de retrabalhamento das coberturas latossólicas.

LEPSCH; BUOL (1988) verificaram que normalmente os Oxissolos no Brasil ocorrem sobre as superfícies mais antigas e/ou superfícies de maior estabilidade e que os solos menos intemperizados, na maioria das vezes com horizonte argílico, situam-se em áreas adjacentes, mais jovens e dissecadas.

RIZZO (1991) verificou que há uma relação direta entre as características dos solos e sua ocupação nos compartimentos geomórficos. Parâmetros morfológicos como profundidade de solum associados a resultados analíticos como relação silte/argila, pH, CTC por 100g de argila e saturação por bases, que refletem o grau de desenvolvimento pedogenético, estão relacionados com a sequência de compartimentos geomórficos na transecção estudada na bacia do rio Ribeira do Iguape. Constatou o autor que os Latossolos ocorrem em superfícies de erosão mais antigas mesmo que estas apresentem-se dissecadas ou reafeiçoadas nos ciclos de erosão mais recentes. Para tanto a erosão deve ter sido de baixa intensidade de forma a preservar restos do solum da antiga superfície ainda que retrabalhados e parcialmente misturados com o saprolito subjacente. Por sua vez os Solos Litólicos e solos com B cãmico dominam no compartimento encosta do planalto, onde o balanço morfogênese/pedogênese favorece a primeira. Considera ainda o autor que o clima atual, com excedentes hídricos em todos os meses aliado a altas

temperaturas, uma vez considerado como fator de formação do solo, se sobrepõe às relações solo-paisagem.

CURCIO et al. (1991) verificaram que em função da geologia bastante diferenciada e da dinâmica de falhamentos, associados às condições de clima atual e pretérita, concorrem para diferentes distribuições de solos na paisagem.

Nos terços superiores, em rampas com relevo escarpado e montanhoso há predomínio de Afloramentos de rocha, Solos Litólicos e Cambissolos rasos. Nos terços médios e inferiores a maior expressão é dos Cambissolos profundos e dos Cambissolos podzolizados profundos, ambos predominantemente álicos e argilosos que, associados aos Podzólicos Vermelho-Amarelo refletem, em parte, o alto grau de erosão verificado no campo. Foi ainda observado na ocasião que o caráter podzolizado não incide em solos na classe de profundidade rasa.

2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS

As características morfológicas desde que interpretadas em conjunto, podem muitas vezes evidenciar um maior ou menor grau de desenvolvimento dos solos. Normalmente solos espessos traduzem um maior desenvolvimento dos solos RUHE (1956) porém diversos fatores podem favorecer este espessamento.

GOMES (1976) relaciona a grande espessura do regolito à falta de erosão no local e a maior infiltração de água proporcionada pela direção de mergulho dos gnaisses. O mesmo autor identificou solos desenvolvidos, com "soluns" espessos, diferenciando solum de regolito pelo desaparecimento da

estrutura, mudança de coloração, desenvolvimento de "estrutura porosa" e alteração da textura.

Para CALVERT et al. (1980) a presença de estrutura no solo e evidências de cerosidade foram o suficiente para diferenciar o solo do saprolito.

A estrutura pode de forma empírica, traduzir a mineralogia do solo. VAN WAMBERKE (1962) cita que horizontes com pouca estrutura, quase que exclusivamente, são constituídos por minerais argilosos do grupo 1:1.

A posição do solo na paisagem pode influenciar substancialmente a espessura do pedon. GRAHAM et al. (1990b) verificou que as posições de "sopé de vertente" são sítios de acumulação e resultam em solos profundos formados no material de colúvio e que este posicionamento proporciona uma maior umidade ao saprolito que por sua vez induz a um maior grau de intemperismo (GRAHAM et al., 1990a).

Não só a geologia ou a posição em que se encontram os solos na paisagem podem afetar a espessura e desenvolvimento dos solos, mas em alguns casos, a própria exposição geográfica da vertente pode ser um condicionante de maiores espessuras de solos e/ou horizontes. DANIELS et al. (1987) verificou em solos das montanhas apalachianas que os solos apresentavam maiores espessuras do horizonte A nas vertentes com exposição norte em relação a face sul.

Mesmo em baixas concentrações os óxidos de ferro têm um alto poder de pigmentação e determinam a cor de muitos solos. Altas concentrações em goetita podem manifestar a cor bruna-escura e mesmo cores escuras, mas geralmente ocorrem as cores bruno-amareladas. A hematita, colore os solos de vermelho e

apresenta um poder pigmentante maior que a goetita (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1977).

KAMPF; SCHWERTMANN (1983) estudaram em Latossolos e Cambissolos do Rio Grande do Sul as relações entre óxidos de ferro e a manifestação da cor, concluindo que a cor dos solos era determinada pelo tipo de óxido de ferro, principalmente pela concentração em hematita. Os matizes 3,75 YR úmido e 6,25 YR seco, permitem separar esses solos em classes mineralógicas hematíticas e goetíticas com base respectivamente em um quociente $\text{HEMATITA} / (\text{HEMATITA} + \text{GOETITA}) > 0,4$ e $< 0,4$.

RESENDE (1976) cita que hematita finamente dividida em pequenas quantidades alteram a cor dos Latossolos de 10 YR para 5 YR.

BIGHAM et al. (1978) observaram que os tons mais avermelhados das argilas estavam relacionados ao aumento da relação hematita/goetita porém, que as cores do solo não estão unicamente relacionadas aos teores de óxidos livres de ferro.

VOLKOFF (1978) verificou em Latossolos da Bahia que há uma perfeita correlação entre a cor e a natureza do produto ferruginoso presente. A goetita é responsável pela cor amarela e a hematita pela cor vermelha do solo.

RODRIGUES; KLAMT (1978) em trabalhos realizados em uma sequência de solos do Distrito Federal, constataram que não há relação entre o matiz e o teor de ferro existente.

CURI et al. (1984) encontraram na encosta superior do nordeste do Rio Grande do Sul, solos formados a partir de riolito-dacito com matizes amarelados (10YR - 5YR), ácidos, contendo caulinita, argilo-minerais cloritizados e goetita com alta substituição em Al (21 mol%).

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

São vários os motivos que podem influenciar no gradiente textural dos solos a saber: formação *in situ*, ganho de argila decorrente de processos de iluviação, descontinuidade litológica, herança de material parental e perda de argila por erosão diferencial.

MOSS (1965) em trabalho realizado na Nigéria - Africa, em solos desenvolvidos sobre cuestas de arenitos, verificou que os menores teores em argila nos horizontes superficiais poderia ser devido a remoção diferencial das partículas por erosão.

Na região de São Paulo-SP, DEMATTE; HOLOWAYCHUK (1977a) em estudos das propriedades granulométricas e químicas dos solos em uma topossequência, observou que os teores de areia eram mais elevados nos horizontes superficiais em alguns pedons, considerando um dos processos para explicar tal fato a remoção da argila por erosão.

Já na região de Foz do Iguaçu SANTOS FILHO; ROCHA (1981a), também atribuíram a este processo, o acréscimo de argila em profundidade em Terra Roxa Estruturada rasa.

Por outro lado, os teores das diferentes frações granulométricas podem variar devido a diversos fatores e indiscutivelmente o material originário tem grande influência.

Neste sentido, VAN WAMBEKE (1962) observou que a fração silte é pouca expressiva quando provenientes de rochas ígneas sob condições de clima atuais. O mesmo autor cita a relação silte/argila como um quociente capaz de identificar estágios de intemperismo sendo que quanto mais desenvolvido o solo, menor será esta relação.

GOMES (1976), em Oxisolo e Inceptisol, derivados de rochas ígneas no Espírito Santo também detectou a fração silte em pequenas quantidades.

TIE-BI-YOUAN et al. (1983), demonstraram com bases nos dados granulométricos dos solos da Formação Pariquera-Açu-SP que estes quando provêm do retrabalhamento de regolito migmatítico são mais arenosos e quando provenientes de filitos e/ou xistos são mais siltosos.

CURI; FRANZMEYER (1987), verificaram a interdependência entre a composição da rocha e a textura do solo, devido a presença de grãos de quartzo grosseiros presentes no Itabirito e ausentes no basalto.

Evidências de possíveis discontinuidades influenciando o fenômeno de pedogênese podem ser conseguidas através do estudo da distribuição vertical das diferentes frações granulométricas.

TREMOCOLDI; STEINHARDT (1987) em estudos sobre a gênese de solos podzólicos formados do arenito Bauru-SP, demonstraram através de análises estatísticas da distribuição do tamanho das partículas que, após a formação dos horizontes, modificações por seccionamento poderiam ter ocorrido nos horizontes superficiais, causando a diferenciação da areia entre os horizontes A e B.

2.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Por intermédio das características químicas pode-se também interpretar como ocorreu ou está ocorrendo os processos de pedogênese e até inferir sobre o grau de exposição do solo aos agentes de formação.

GOMES (1976) relacionou os baixos teores em bases trocáveis presentes nos solos em sua pesquisa, como uma indicação das condições de lixiviação devido a alta pluviosidade e alta porosidade, além da boa permeabilidade dos perfis. Em todos os seus perfis, os teores decresceram em profundidade denotando a importância da matéria orgânica como fonte de nutrientes para as plantas. Os mesmos resultados foram encontrados por CURI et al. (1984) os quais também atribuíram ao fenômeno de biociclagem de nutrientes.

LEPSCH et al. (1977), em estudos de relações solo-paisagem em São Paulo, acreditaram que sob as condições de clima atual há uma tendência para a lixiviação das bases embora existam certas posições na paisagem que se sobreponham em importância ao clima.

Logicamente, quando se analisa os teores de bases trocáveis com o intuito de obter mais informações a respeito dos processos pedogenéticos e sem intensidade, deve-se ter em consideração a importância do material de origem.

CURI; FRANZMEYER (1987) verificaram que os solos provenientes de basalto apresentam saturação de bases maior que solos derivados de itabirito.

ROCHA et al. (1982), pela interpretação dos resultados, concluíram que nem sempre os solos com maior grau de intemperismo são os que apresentam menor concentração de nutrientes, em função da influência do material parental.

Os valores de CTC também podem auxiliar na diagnose do grau de evolução dos solos. Para LEPSCH et al. (1977), a CTC decresce com o aumento da idade do solo.

OLIVEIRA; MENCK (1977), em análise de Latossolos da quadrícula de Campinas-SP, constataram que os solos encontram-se num mesmo estágio de intemperismo devido a semelhança dos valores de CTC da fração argila.

DEMATTE; HOLOWAYCHUK (1977a), citam que a CTC recalculada para a fração argila e corrigida para a matéria orgânica refletem os diferentes estágios de intemperismo dos solos da região de São Pedro-SP.

A relação K_i é muito utilizada nos trabalhos de pedologia como elemento capaz de refletir as características mineralógicas e por conseguinte o grau de intemperismo dos solos, sendo inclusive adotada pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. No entanto, muitas vezes, este parâmetro pode não explicitar o real grau de intemperismo dos horizontes e/ou solos.

CERRI (1975) constatou em perfis provenientes de granito que valores acima de 2, que levaria a pensar em processos de bissialitização, na realidade estavam ligados a presença de feldspatos inalterados, elevando o valor K_i .

GOMES (1976) cita que a presença de fitólitos em gramíneas e samambaias, podem sofrer o ataque sulfúrico elevando o K_i .

RAMOS (1981) em trabalho com Latossolos das regiões sul, sudeste central, nordeste e norte do Brasil, verificou que o FEAS (relação entre porcentagens de Fe_2O_3 e soma das porcentagens de $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ e TiO_2) e K_i foram os melhores diferenciais para solos desta classe e que o valor K_i não se mostrou adequado.

DURIEZ et al. (1982), verificou que solos com maior intemperismo, portanto com minerais mais resistentes ao ataque químico, o valor Ki representava sua mineralogia enquanto que em solos com baixo grau de intemperismo e com presença de minerais primários poderia ocorrer a solubilização da sílica destes pelo ataque sulfúrico na terra fina com elevação do Ki.

EMBRAPA (1983) cita que o ataque sulfúrico na terra fina é compatível ao determinado na fração argila com excessão a alguns casos como material pouco alterado do saprolito ou do solum, como também ilmenita, quartzo finamente dividido, concreções de ferro, alumínio ou manganês.

BARRETO (1986) comenta que o valor Ki pode não demonstrar a tendência do processo de intemperização em horizontes superficiais onde a matéria orgânica é parte ativa nos processos de reciclagem dos elementos e em horizontes subsuperficiais argilosos ricos em minerais primários ou ainda em solos arenosos.

CASTRO et al. (1984) recomenda efetuar o ataque sulfúrico em fração menor que 5 ou 2 m já que o ataque não se limitaria aos minerais secundários, podendo atingir em maior ou menor intensidade a minerais primários existentes em frações mais grosseiras.

KER (1988) demonstra que baseando-se simplesmente no valor Ki o Latossolo Bruno seria menos desenvolvido que Cambissolo Bruno e Terra Bruna Estruturada, demonstrando o valor, certa vulnerabilidade quanto a predição de grau de intemperismo. Sugere ainda o autor que a presença de vermiculita com hidróxi intercamada em quantidades elevadas, devido aos polímeros de alumínio, poderia abaixar o Ki.

2.5.1 Óxidos Pedogenéticos

Porcentagens de ferro livre (não ligado a silicatos) podem ser utilizados para estimar a idade relativa dos solos e diferenciação dos horizontes. Parte deste ferro, liberado durante o intemperismo, reprecipita nos solos como ferro amorfo ou como óxi ou hidróxido cristalino (WALKER, 1983).

Portanto os processos de formação do solo podem influenciar o ferro, alumínio e o manganês, podendo estes elementos serem encontrados na forma de óxidos, hidróxidos ou estruturalmente compondo os silicatos, sendo a forma como se apresentam uma característica auxiliar na diferenciação dos solos, onde pode se caracterizar os processos pedogenéticos envolvidos (KAMPF, 1981).

A forma como se encontram, afetam inúmeras propriedades do solo dentre elas a agregação, fixação em fosfato, calagem, principalmente a cor pelos óxidos de ferro (RAUEN, 1980).

A extração pelo oxalato ácido de amônio solubiliza principalmente os óxidos de ferro, alumínio e manganês amorfos ou de baixa cristalinidade (MCKEAGUE; DAY, 1966) que provavelmente compõe-se de minerais do tipo ferrihídrita ou de ferro complexado a matéria orgânica (KAMPF, 1981), embora não haja um ponto distintivo entre o óxido na forma amorfa e cristalina (SCHWERTMANN, 1973).

BLUME; SCHWERTMANN (1969) encontraram altos teores de Fe oxalato no horizonte superficial de Braunerde (CAMBISSOLO) obtendo alta relação Feo-Fed. Atribuíram este fato a ser realmente um solo jovem ou ocorrer condições desfavoráveis de cristalização.

SANTOS FILHO; ROCHA (1981b) constataram que em nível de erosão mais recente, ocupado pelo Solo Litólico, as relações Feo-Fed, Alo/Ald e Mno/Mnd apresentam os maiores valores, o que indica menor cristalização dos óxidos, consequentemente menor grau de intemperismo do solo.

No caso do alumínio, a extração oxalato retira o alumínio complexado pela matéria orgânica (MCKEAGUE et al., 1971) e parte do alumínio da clorita, embora a extração dos minerais de argila seja praticamente insignificante (MCKEAGUE; DAY, 1966).

Quanto ao manganês, BLUME; SCHWERTMANN (1969) citam que não se sabe exatamente qual é a fração amorfa extraída pelo oxalato porém, na maioria das vezes, é menor que o manganês ditionito, o que reflete diferentes graus de cristalinidade.

A extração pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), dissolve todos os óxidos e hidróxidos de ferro (MEHRA; JACKSON, 1960) principalmente os óxidos livres cristalinos com pequena porção de amorfos e ligados a matéria orgânica (MCKEAGUE; DAY, 1966); (MCKEAGUE et al., 1971).

Diversos são os fatores que podem interferir na extração DCB, como o tamanho dos cristais e grau de substituição em alumínio, além da presença de determinado argilo-mineral ou óxido. MCKEAGUE; DAY (1966) citam que o tamanho dos cristais podem ter influência na taxa de extração, assim como o grau de substituição em alumínio (NORRISH; TAYLOR 1961).

Estes autores constataram que goetitas com baixos teores em alumínio são menos resistentes ao ataque pelo ditionito do que goetitas com altos teores.

BIGHAM et al. (1978) em análise de oxissols e ultissols, verificaram que os teores de ferro solúveis em DCB, concentram-se em frações menores que $0,2 \mu\text{m}$.

WALKER (1983) reportou que o ataque ditionito pode ter valores mais altos quando a magnetita esta presente no solo.

Por sua vez a nontronita pode ser atacada interferindo nos teores de ferro ditionito (MCKEAGUE et al., 1971).

A análise dos teores absolutos podem sugerir sobre o gradiente intemperico dos compostos. LIMA (1979) verificou que os teores de Ald em seu trabalho, eram bem menores que os teores de Fed o que traduziu por uma maior susceptibilidade ao intemperismo dos compostos de ferro.

Vários pesquisadores se utilizaram das relações Feo/Fed, Fed/Fet para inferir sobre o grau de cristalinidade dos óxidos e/ou evolução dos solos dentre os quais: (BLUME; SCHWERTMANN, 1969; DEMATE; HOLOWAYCHUCK, 1977; SANTOS FILHO, 1977; LIMA, 1979; KAMPF, 1981; SANTOS FILHO; ROCHA, 1981; CHODUR, 1990). Entretanto podem existir formas cristalinas de ferro que interferem nesta relação. A magnetita quando presente já que o oxalato ataca a magnetita (MCKEAGUE et al., 1971).

SANTOS FILHO; ROCHA (1982) verificaram o maior grau de intemperismo dos horizontes superficiais através das relações Feo/Fed e Fed/Fet aliado aos demais resultados como CTC e relação silte/argila.

KAMPF; DICK (1984) encontraram Cambissolos Brunos com relação Feo/Fed menor que 0,05, indicando o domínio de formas de ferro altamente cristalinas.

Algumas conclusões podem ser obtidas quando se confrontam os teores de ferro obtidos pelo ditionito com o ferro ataque sulfúrico (EMBRAPA 1979). MELO et al. (1984) compararam estas duas extrações na terra fina e argila em Latossolos e verificaram menores extrações para o DCB, o que indica o ataque do sulfúrico ao ferro de outros minerais que não sejam óxidos de ferro livre. Estes mesmos autores ainda defrontaram o ataque sulfúrico ao ataque triácido não observando diferenças significativas.

DICK; KAMPF (1988) verificaram que o DCB solubiliza apenas os óxidos de ferro livres, goetita, hematita e maghemita enquanto o ataque sulfúrico 1:1 extrai também da magnetita, ilmenita e ainda nódulos ferruginosos da areia fina, sendo que o ferro DCB corresponde em média a 80% do teor de ferro ataque sulfúrico.

2.5.2 Micronutrientes

Sua ocorrência está muito ligada ao material de origem, ao intemperismo e a ação dos fatores formadores do solo. As reações processam-se de acordo com a solubilidade dos minerais que os contêm e com a presença de material orgânico e inorgânico, cujos radicais e superfícies proporcionam o meio adequado para o controle da disponibilidade e movimentação destes elementos na solução do solo (CAMARGO, 1988).

Segundo KORTE et al. (1976), é possível prever de forma qualitativa a mobilidade dos elementos traços com base em algumas propriedades dos solos, tais como: textura do solo com ênfase a % de argila, porcentagem de óxido de ferro, pH e superfície específica.

VALADARES (1975a), (1975b); SANTOS FILHO; ROCHA (1982); SANTOS FILHO (1983), observaram que o material de origem é o fator preponderante a condicionar os teores de cobre e zinco no solo.

VALADARES (1975a) constatou que solos derivados de rochas básicas são mais ricos em cobre do que solos derivados do arenito Baurú, uma vez que estes apresentam a fração grosseira constituída por quartzo, não apresentando minerais ricos em cobre.

SANTOS FILHO; ROCHA (1982), também verificaram os maiores teores em solos derivados de rochas eruptivas básicas (90-140 ppm), valores intermediários para solos provenientes de migmatitos, argilito + arcócio e folhelhos argilosos (20-75 ppm) e os menores para derivados de arenitos (10-20 ppm). Os mesmos autores encontraram correlação positiva entre os teores de cobre no solo e os teores de Fe_2O_3 e argila com valor r de 0,7 e 0,58 respectivamente.

Quanto a mobilidade KORTE et al. (1976), verificou que o cobre permanece praticamente imóvel no solo, com excessão a Ultissol de textura arenosa.

Neste sentido VALADARES (1975b) constatou que em Litossol substrato basalto e Terra Roxa Estruturada, os teores em zinco e cobre são superiores aos das rochas que lhes deram origem; sendo que nesta há um decréscimo do horizonte A para o B nos teores em zinco. Verificou ainda o autor, uma boa correlação entre cobre, zinco e o ferro ataque sulfúrico.

Com respeito ao zinco, o pesquisador comprova uma correlação entre os teores de areia e zinco em Terra Roxa Estruturada com $r = 0,95$, fato que pode ser explicado pela

presença de magnetita e ilmenita, minerais ricos neste elemento.

Segundo CAMARGO (1988), o zinco ocorre na litosfera principalmente como o mineral esfalerita (ZnS) sendo que nas rochas ígneas, concentra-se mais nos minerais máficos do que nos fílsicos, principalmente por sua capacidade em substituir Mg^{+2} e Fe^{+2} nos silicatos, além da esfalerita como grãos submicroscópios. Já o cobre, aparece continuamente como bornita ($Cu_5 FeS_4$) ou calcopirita ($CuFeS_2$) e de certa forma excluído dos silicatos.

SANTOS FILHO (1983), no Estado do Paraná, em solos provenientes de basalto, encontrou 140-250 ppm de zinco e derivados de arenito 18-38 ppm, com valores intermediários para solos originados de migmatito e folhelhos argilosos (60-70 ppm), verificando ainda que, independentemente do material de origem, quanto menos desenvolvido o solo, menores os valores de zinco. Conforme verificado pelo pesquisador, o zinco correlaciona-se positivamente com o cobre total e argila com $r = 0,93$ e $r = 0,78$ respectivamente.

KRONBERG et al. (1976) em pesquisas com alguns solos altamente lixiviados da Amazonia, verificou uma correlação positiva entre o níquel, cobre e cobalto, sendo o níquel mais elevado do que na rocha. Atribuiu tal situação a relativa imobilidade do elemento.

VALLADARES; CAMARGO (1983) obtiveram um coeficiente de correlação de $r = 0,80$ entre os teores de ferro sulfúrico e o manganês em solos do Estado de São Paulo, o que denota a similaridade de comportamento químico e geoquímico deste elementos.

Segundo CAMARGO (1988), o comportamento químico e geológico do manganês é muito semelhante ao ferro embora geralmente, a solubilidade do primeiro seja maior. Em rochas ígneas, é um elemento estrutural dos silicatos, numa proporção Mn:Fe de 1:60, ocorrendo em maior abundância nos basaltos do que em granitos, justamente por acompanhar o ferro tão proximamente.

3 CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

3.1 CLIMA

A classificação climática da área segundo KOEPPEN é do tipo Af; clima tropical superúmido sem estação seca e isenta de geadas (IAPAR,1978).

No Estado do Paraná, os registros pluviométricos anuais totais variam de 1200 a 1900 mm, com excessão do litoral, onde estes totais alcançam 4000 mm na Serra do Mar, na localidade de Vêu da Noiva.

Tal fato explica-se pela Serra do Mar barrar as massas de ar atlânticas provocando, na vertente oriental grande concentração de chuvas (PARANA,1990).

Nas áreas abrangidas por este estudo, verifica-se índices pluviométricos variando de 2000 a 3000 mm, com os máximos pluviométricos mensais nos meses de janeiro, fevereiro e março (IAPAR,1978).

Quanto a temperatura, observa-se que as médias do mês mais frio (julho) encontram-se 17 e 18°C. Contudo foi registrada em julho de 1975, temperatura de 0,2°C. Para o mês

mais quente (fevereiro) são registradas médias entre 24 e 26°C, ocorrendo máximas absolutas muito altas, já sendo registradas máximas em torno de 40°C.

Na faixa litorânea, devido a proximidade oceânica com o efeito da corrente marítima quente do Brasil (MACK 1981), ocorre uma amenização das variações térmicas com oscilações entre 8 a 9°C (IAPAR,1978).

Quanto a umidade relativa do ar, os maiores índices do Estado do Paraná são encontrados na planície litorânea, com médias superiores a 85% (PARANA,1990), valores estes que podem ser estendidos aos perfis dada a sua proximidade.

3.2 VEGETAÇÃO

A natureza e o caráter dos tipos de coberturas vegetais primárias são decorrência de condicionantes climáticos e/ou edáficos. Mais especificamente esta relação pode refletir também uma condição edafo-climática referenciada aos regimes de solo: térmico e/ou hídrico e/ou eutrofia e/ou oligotrofia (EMBRAPA,1988).

Na área da pesquisa a vegetação é do tipo Floresta Tropical Perenifólia inferindo assim a presença de altas temperaturas durante o ano todo e amplitudes térmicas maiores que as equatoriais, com ausência de estação seca (EMBRAPA,1983).

Trabalhos recentes são encontrados como FUPEF(1987); FUPEF(1988) e RODERJAN; KUNIYOSHI(1988), envolvendo a caracterização florística do litoral paranaense e a Serra do Mar seguindo a terminologia do sistema de classificação da vegetação do Projeto Radambrasil. Neste caso a vegetação é

enquadrada como Floresta Ombrófila Densa sub-montana. Esta floresta conforme FUFEP(1987), está compreendida entre os níveis altimétricos de 40 até 500 m e apresentam-se com aspecto bem desenvolvido, constituída por árvores altas de copas densas.

Segundo FUFEP(1988); RODERJAN; KUNIYOSHI(1988), o dossel da floresta caracteriza-se pela presença de um grupo heterogêneo de espécies como pau-sangue (*Pterocarpus violaceus*), guatambú (*Aspidosperma olivaceum*), laranjeira-do-mato (*Sloanea guianensis*), figueiras (*Ficus spp*), estopeira (*Cariniana estrellensis*), licurana (*Hieronyma alchorneoides*), araribá (*Centrolobium robustum*), tapiá (*Alchornea triplinervia*), guapuruvu (*Schyzolobium parayba*), bocuva (*Virola oleifera*), etc...

No andar intermediário das formações submontanas situam-se também espécies características do ambiente tropical como palmito (*Euterpe edulis*), erva-de-macuco (*Bathisa meridionalis*), embaúba (*Cecropia adenopus*), ingá-macaco (*Inga sessilis*), etc...

O estrato herbáceo-arbustivo é caracterizado principalmente pelos xaxins, caetê, erva-cidreira, erva-santa que em conjunto com bromeliáceas de hábitos terrestres e epífitas, lianas (notadamente bignoniáceas, sapindáceas e leguminosas), aráceas epífitas, rubiáceas e melastomatáceas imprimem os aspectos mais vistosos do ambiente tropical sob influência atlântica.

3.3 GEOLOGIA

A Serra do Mar paranaense constitui um conjunto de montanhas em blocos, escarpas e restos de planalto profundamente dissecados. Sua configuração generalizada é a de um grande arco com concavidade voltada para leste subparalelo

a linha de costa. Sua fisionomia de relevo em blocos deve-se direta e indiretamente a tectônica rígida que afetou a região oriental do Paraná acentuada pelos processos erosivos policíclicos (BIGARELLA,1978).

A geologia da área sul da Serra do Mar, onde insere-se esta pesquisa, é formada basicamente por terreno montanhoso serrano, onde ocorrem duas litologias predominantes: migmatitos e granitos. Apesar dos trabalhos técnicos e mapeamentos já efetuados na área, pode-se dizer que a sua geologia é ainda pouco conhecida (IPARDES,1991).

As áreas selecionadas para a coleta dos perfis distribuem-se em 5 litologias diferentes, sendo estas classificadas no campo.

O perfil 1 está situado em leuco-granito (Rio Canavieiras) com textura médio-cristalino (LOPES,1987). Segundo IPARDES (1991) este leuco-granito de direção N-S, é representado por fácies médio-cristalinas, geralmente maciças e homogêneas com fácies cataclásticas muito subordinadas.

O perfil 2 está situado em riodacito e a distribuição desta litologia ainda não se encontra registrada em mapas.

O perfil nº 3 encontra-se no granito porfiróide denominado Morro Inglês (LOPES,1987). Constitue uma configuração alongada com direção N-S essencialmente concordante às rochas encaixantes LOPES;LIMA (1985).

As principais características mineralógicas e texturais desta litologia são definidas pela participação preponderante do ortoclásio e microclina em pórfiros iso-orientados (N-S) por titanita, oligoclásio e simplectitos de quartzo-feldspato

potássico, sobre uma matriz quartzosa pobre em biotita (LOPES; LIMA, 1985).

O perfil nº 4 está assente no leuco-granito denominado Rio do Poço (LOPES, 1987). É um granito de textura média cristalina homogênea, sintectônico, intrusivo na Formação Rio das Cobras e sustenta o próprio maciço rochoso da Serra da Prata. Possui derivação calco-alcalina, muito pobre em máficos e nele se observam fácies cataclásticas no cimo da Serra da Prata.

Finalmente o perfil 5 encontra-se situado sobre xistos da Formação Rio das Cobras. Esta formação, segundo LOPES; LIMA (1985) é constituída por litologias arqueanas de baixo grau metamórfico tais como biotita-quartzo-xistos, moscovita-quartzo-xistos, clorita-xistos, clorita-quartzo-xistos, quartzitos, calco-xistos e xistos granatíferos.

3.4 SOLOS

Conforme o Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná - EMBRAPA; IAPAR (1984), na porção da Serra do Mar que abrange este trabalho, identifica-se as seguintes unidades de mapeamento: AR₂, Ca₁₅, PVa₁₀ e LVa₄.

AR₂ - constitui associação de afloramentos de rocha (no caso granitos) e Solos Litólicos com horizonte A proeminente, textura argilosa fase campo e floresta subtropical perenifolia relevo escarpado e montanhoso substrato granito.

Para o local, verifica-se como inclusão a presença de Cambissolos Alicos.

Ca₁₅ - associação de Cambissolos Alicos Tb fase floresta tropical altomontana relevo montanhoso substrato

migmatitos + Latossolo Vermelho-Amarelo Alico podzólico fase floresta tropical perúmida relevo forte ondulado e ondulado ambos A moderado textura argilosa.

Os solos citados como inclusões, não serão comentados aqui por não ocorrerem nas áreas da pesquisa.

PVa₁₀ - Podzólico Vermelho-Amarelo Alico latossólico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perúmida relevo ondulado e forte ondulado.

A litologia e material de origem destes solos referem-se a migmatitos e granitos do Complexo Cristalino do pré-Cambriano.

LVa₄ - Latossolo Vermelho-Amarelo Alico podzólico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perúmida relevo forte ondulado e ondulado.

Como variações ocorrem solos com horizonte B latossólico melhor definido e solos intermediários para Cambissolo Alico textura argilosa e como inclusões, Latossolo Vermelho-Amarelo Alico textura argilosa e Cambissolo Alico textura argilosa.

O material parental é migmatitos e granitos do Complexo Cristalino.

Recentemente, em trabalho de levantamento de solos, a nível de semidetalhe (1:50.000), ROCHA et al (1992) verificou nos locais deste estudo as seguintes unidades de mapeamento:

- na área onde está situado o perfil 1 - P1(3) - Associação Cambissolo podzólico distrófico Tb A moderado textura argilosa pouco cascalhento e cascalhento fase vegetação submontana relevo ondulado e forte ondulado rochosa, pedregosa substrato granitóides miloníticos/cataclásticos + Latossolo Vermelho-

Amarelo podzólico Alico A moderado textura argilosa fase vegetação submontana relevo ondulado e forte ondulado.

- na área onde está situado o perfil 2 - P2(2) - Associação Cambissolo Alico e podzólico Alico Tb A moderado textura argilosa e argilosa cascalhenta fase vegetação submontana e montana relevo forte ondulado e montanhoso rochosa substrato granito foliado, Rio do Poço e Canavieiras + Podzólico Vermelho-Amarelo Alico Tb A moderado textura muito argilosa fase vegetação submontana e montana relevo forte ondulado e montanhoso + Afloramentos de Rochas graníticas.

- na área onde está situado o perfil 3 - P2(1) - Associação Cambissolo Alico e podzólico Alico Tb A moderado textura argilosa fase vegetação submontana relevo forte ondulado substrato granito Morro Inglês + Podzólico Vermelho-Amarelo Alico ou distrófico Tb A moderado textura média argilosa fase vegetação submontana relevo forte ondulado.

- na área onde está situado o perfil 4 - M(2) - Cambissolo Alico Tb A moderado textura média ou argilosa fase vegetação submontana relevo forte ondulado e montanhoso substrato migmatito.

- na área onde está situado o perfil 5 - M(1) - Cambissolo Alico Tb A moderado textura argilosa fase vegetação submontana relevo montanhoso pedregoso substrato xisto.

4 MATERIAL E METODOS

4.1 SELEÇÃO DOS SOLOS

Os perfis 1, 2 e 3 estão localizados no município de Morretes e os perfis 4 e 5 no município de Paranaguá (FIGURA-1) e constituem-se em um dos modais de unidades taxonômicas de cada unidade geológica. Este conhecimento só foi possível em virtude da participação no projeto "Levantamento Geomorfológico com Ênfase em Solos na Porção Sul de Tombamento da Serra do Mar" efetuado pela UFPr.

4.2 COLETA E DESCRIÇÕES MORFOLOGICAS

As descrições e coletas dos pedons foram realizadas de acordo com LEMOS; SANTOS(1984). Além dos horizontes pedológicos foram coletadas as rochas, suposto material de origem, para cada perfil.

Os pedons foram classificados segundo as normas preconizadas pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos exceto os perfis 1 e 3, devido o enquadramento de ambos como solos com B textural, uma vez que não satisfazem os requisitos vigentes preconizados para a relação textural de solos em B textural.

4.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

No laboratório, as amostras dos horizontes foram secas ao ar, destorroadas e tamizadas em malha de 2 mm. Na terra fina seca ao ar (TFSA) procedeu-se as análises físicas, químicas e mineralógicas.

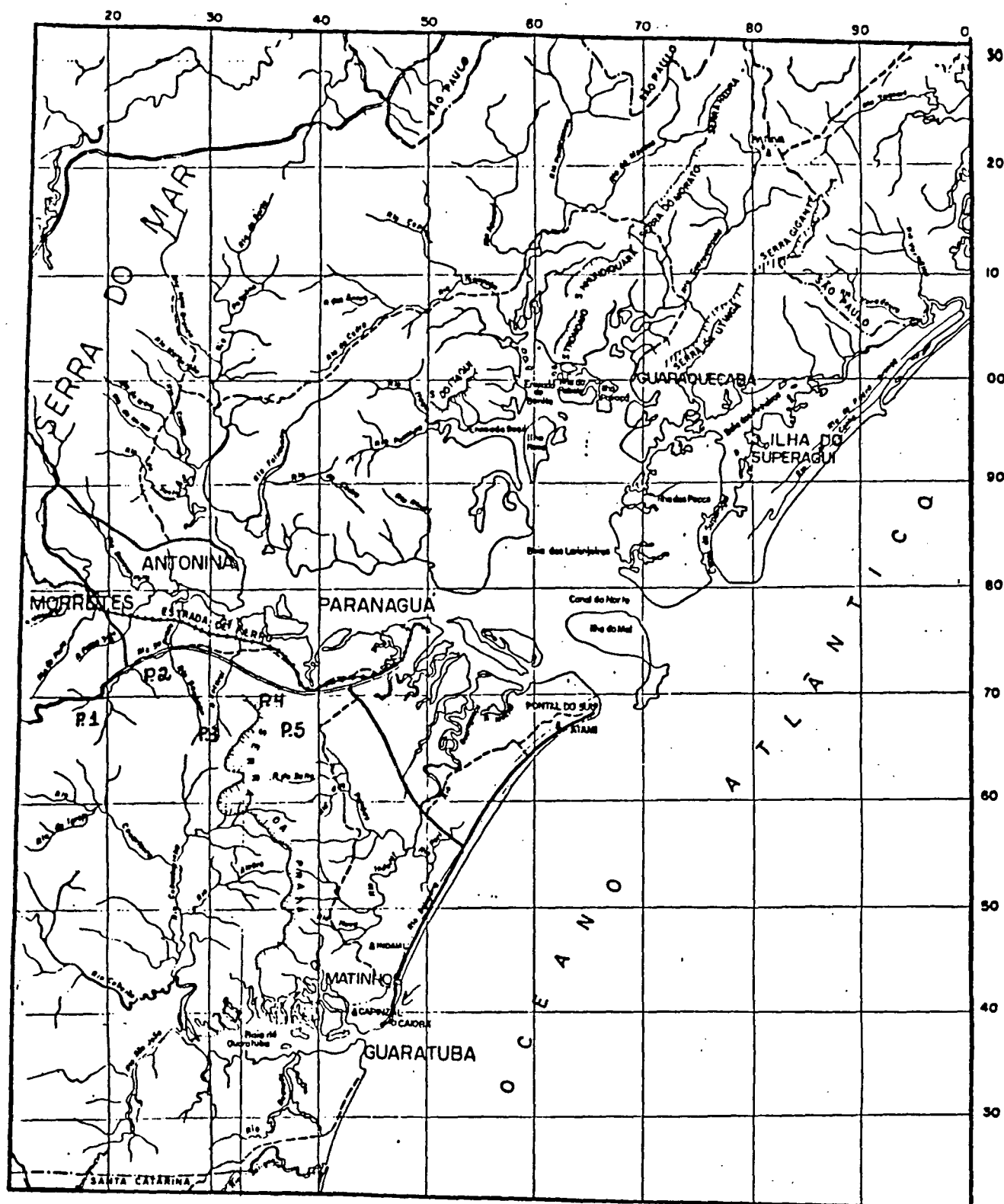


FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS

Para a análise dos óxidos pedogenéticos e análise química total dos horizontes, a TFSA foi moída e tamizada em 0,2 mm.

A análise química total também foi efetuada em rocha moída e tamizada a 0,2 mm.

4.4 ANALISES FISICAS

4.4.1 Análise granulométrica

Foi efetuada na TFSA segundo o método do densímetro conforme consta no Manual de Métodos de Análise de Solo EMBRAPA (1979). Foi obtido 4 frações a saber: areia grossa, areia fina, silte e argila, donde se calculou a relação silte/argila.

4.4.2 Argila dispersa em água

Foi obtida através do método do densímetro conforme EMBRAPA(1979). O grau de floculação foi calculado de acordo com a expressão:

$$GF = 100 \frac{(\text{argila total} - \text{argila dispersa em água})}{\text{argila total}}$$

4.5 ANALISES QUIMICAS

4.5.1 pH em água e KCl

Determinados potenciométricamente na suspensão solo-líquido na proporção 1:2,5, conforme EMBRAPA(1979).

4.5.2 Cátions trocáveis e extraíveis

Cálcio e magnésio - Extraídos com solução de KCl na proporção 1:20 juntamente com o Al^{+3} extraível. Após determinação do Al^{+3} foram determinados, na mesma alíquota, Ca^{++} e Mg^{++} com solução de EDTa 0,0125 M. Em outra alíquota foi determinado o Ca^{++} com solução de EDTA 0,0125 M. O Mg^{++} foi obtido por diferença.

Alumínio extraível - Extraído com solução de KCl na proporção 1:20 e determinado pela titulação da acidez com NaOH 0,025 N.

Potássio e sódio trocáveis - Extraídos com solução de HCl 0,05 N e H_2SO_4 0,025 N e determinado por fotometria de chama EMBRAPA(1979).

Acidez extraível - ($H^+ + Al^{+++}$). Obtido pelo método do acetato de cálcio 1 N a pH 7 na proporção 1:15 e determinada por titulação com NaOH 0,025 N e fenolftaleína como indicador.

4.5.3 Carbono Orgânico

Determinado pela oxidação da matéria orgânica com bicromato de potássio 0,4 N em meio ácido EMBRAPA(1979).

4.5.4 Fósforo

Utilizado o método colorimétrico com uso do molibdato de amônio EMBRAPA(1979).

4.5.5 Valores e relações

Valor S - Obtido pela soma de bases

$$(Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+ + K^+ = S)$$

Valor V - (Porcentagem de saturação de bases).

Calculado pela fórmula:

$$V = 100.S/T$$

m - (Porcentagem de saturação com alumínio). Calculado pela fórmula:

$$100.A1^{+++}/S + A1^{+++}$$

Hidrogênio extraível - Calculado pela fórmula:

$$(H^+ + A1^{+++}) - A1^{+++} = H^+$$

Valor T - (Capacidade de troca de cátions - CTC).

Calculado pela fórmula: $T = S + H^+ + A1^{+++}$

$$\text{Atividade de argila } z = \frac{T - (\%C \times 4,5) \times 100}{\% \text{ argila}} \quad (\text{mE}/100\text{g de argila})$$

4.5.6 SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 e TiO_2 pelo ataque sulfúrico e relações moleculares

Determinados em 1g de TFSA com adição de 20 ml de ácido sulfúrico 1:1, fervura durante meia hora sob refluxo e posterior resfriamento, diluição e filtração. No resíduo é determinado SiO_2 e no filtrado, Fe_2O_3 , Al_2O_3 e TiO_2 .
EMBRAPA(1979)

SiO_2 - Extraído por solução de NaOH 0,6 a 0,8% sob fervura branda e refluxo determinado por colorimetria, mediante uso de molibdato de amônia em presença de ácido ascórbico, em espectrofotômetro.

Fe_2O_3 - Determinado no extrato sulfúrico, por volumetria, com solução de EDTA 0,01 M em presença de ácido sulfossalicílico como indicador.

Al_2O_3 - Determinado na mesma alíquota onde foi determinado o Fe_2O_3 por volumetria, usando-se solução de EDTA 0,031 M e sulfato de zinco 0,0156 M.

TiO_2 - Determinado por colorimetria em alíquota do extrato sulfúrico. Dosado no espectofotômetro em presença de periodato de potássio.

Relação K_i - $(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ - Calculada pela fórmula:

$$\% \text{SiO}_2 \times 1,70 / \% \text{Al}_2\text{O}_3$$

Relação K_r - $(\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ - Calculada pela fórmula:

$$\% \text{SiO}_2 \times 1,70 / (\% \text{Al}_2\text{O}_3 + (\text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0,64))$$

Relação K_t - $(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$ - Calculada pela fórmula:

$$\% \text{SiO}_2 \times 5,69 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$$

4.5.7 Oxidos Pedogenéticos

O ferro, alumínio e manganês foram extraídos pelo DCB - ditionito-citrato-de-sódio segundo método de MEHRA e JACKSON(1960), pelo pirofosfato de sódio conforme BASCOMB(1968) e pelo oxalato ácido de amônio SCHWERTMANN(1964).

A digestão total destes elementos seguiu o método de JACKSON(1958) sendo todas as determinações dos elementos procedidas por absorção atômica.

Por intermédio das extrações e digestão obteve-se:

F_{eo}/F_{ed} (Ferro oxalato / Ferro ditionito)

F_{ed}/F_{et} (Ferro ditionito / Ferro total)

F_{et}-F_{ed} (Ferro total - Ferro ditionito)

4.6 ANALISES MINERALOGICAS

4.6.1 Mineralogia de argilas por difratometria de raios-X

Para obtenção da fração argila foi pesado 50 g de TFSA, adicionada mais ou menos 15 ml de NaOH 1N, recebido em coqueteleira com 300 ml de água. Agitado por 1 minuto e deixado em repouso uma noite. No dia seguinte foi agitado por 15 minutos e passado em peneira de 0,053 mm sendo recolhido em cilindro de 1 l. Completando o volume de 1 l, foi agitado por meio minuto e deixado em repouso por mais 24 horas. Só então foi retirado uma alíquota a uma profundidade de 15 a 20 cm de profundidade.

A remoção do ferro foi procedida pelo ditionito-citrato de sódio segundo JACKSON(1974) e a eliminação da matéria orgânica com água oxigenada a quente.

A identificação dos minerais presentes na fração argila desferrificada, foi feita de forma qualitativa e baseou-se na saturação das amostras com magnésio, glicolação e potássio, sendo este submetido as seguintes temperaturas: 25°C, 300°C e 550°C.

Para as saturações foram utilizadas $MgCl_2$ 1N e KCl 1N.

A glicolação foi efetivada com etileno-glicol a 10% em amostras previamente saturadas com magnésio.

Em seguida as lâminas foram irradiadas em aparelho de raios-X.

Aparelho - RIGAKU Modelo - D/MAX II A

radiação - $K_{\alpha 2}$ Cu D / = 1,54050 Å

condições de programação:

- . sendas - 1°DS; 0,3mm RS; 1°SS; filtro de níquel
- . voltímetro e amperímetro - 35KV e 25 mA
- . amplitude de varredura -
 - amostras normais sem ferro . 2 @ = 2 - 32°
 - amostras com tratamentos . 2 @ = 2 - 15°
- . velocidade de varredura . 2°/minuto
- . taxa de contagem . 4 000 cpa
- . constante de tempo . 1s
- . velocidade da carta . 10mm/minuto

4.6.2 Minerais pesados

Foram obtidos na fração areia fina em meio ao bromofórmio segundo método de CARVER (1971).

Os minerais pesados foram submetidos ao Separador Eletromagnético Frantz em amperagem 0,25 A e 0 A, obtendo-se respectivamente ilmenita e magnetita.

4.6.3 Minerais leves

Após a separação dos leves pelo bromofórmio na fração areia fina, foi efetuada a análise semi-quantitativa por contagem de pontos, sob lupa binocular conforme EMBRAPA(1979).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Os dados referentes às características morfológicas constam no Quadro 1 e no Anexo 1.

A sequência de horizontes estudada para os 5 perfis é diversificada dado os diferentes graus e formas de evolução e portanto diferentes profundidades dos solos. Assim, para o perfil nº 1 tem-se A, Bt, BtC, para o nº 2 A, Bt, C; nº 3 A, Bt, nº 4 A, Bi, BiC e nº 5 A, Bi, C, evidenciando desta forma a presença de 2 tipos de horizontes diagnósticos subsuperficiais: B textural e B incipiente.

O brilho matizado que aparentemente sugeria tratar-se de cerosidade nos perfis 1, 2 e 3 em torrões úmidos, desaparece quando seco, indicando tratar-se de filmes de água revestindo os elementos estruturais.

A nível de campo, dois perfis sugerem um maior grau de desenvolvimento: perfil nº 3 e nº 4.

O perfil nº 3, pelo fato de apresentar estrutura em blocos que a partir do horizonte Bt₂₁ desfaz-se em granular, ambas moderadamente desenvolvida, ser muito profundo e com transições difusas, bastante cromado em profundidade além de ser o mais argiloso, sugere ser dos perfis estudados o mais desenvolvido geneticamente. No entanto isto não pode ser generalizado para climas tropicais e subtropicais.

REBERTUS; BUOL (1985) citam que o grau de diferenciação dos horizontes, espessura dos horizontes e de solum e teores de argila têm sido utilizadas para determinar a idade relativa dos solos.

Segundo os mesmos autores, o grau de alteração dos minerais primários é melhor indicativo de desenvolvimento que $\% \text{Fe}_2\text{O}_3 + \% \text{gibbsite} / \% \text{argila}$.

RUHE 1956; VAN WAMBEKE 1962; GAMBLE et.al. 1970; constataram que a profundidade de solo, espessura dos horizontes e desenvolvimento de estrutura, são características indicadoras de desenvolvimento do solo.

O perfil nº 4 apresenta algumas características morfológicas tendentes à classe dos Latossolos como; estrutura secundária granular, transições difusas, cores homogêneas, profundo, mas que comparativamente ao perfil nº 3, não são tão expressas principalmente no que se refere a consistência.

Portanto para estes perfis, julga-se pertinente o caráter latossólico, afim de expressar o provável indício de maior intemperismo verificado a nível de campo.

SANTOS (1986) considerou o caráter latossólico em Podzólico Vermelho-Amarelo devido a características morfológicas como, desenvolvimento fraco da estrutura, fraca evidência de cerosidade, presença de transições difusas e grande espessura do "solum".

Com relação ao horizonte A, apesar das diferentes cotas altimétricas em que se situam, todos os perfis apresentam horizonte A moderado, no matiz 10YR (Quadro 1). Embora ocorram variações nos teores de carbono orgânico, foram classificados em A moderado em virtude de em todos os perfis o horizonte A ser pouco espesso, aliado ao fato de ainda nos perfis nº 2, 4 e 5 apresentarem valor 4 quando úmido, além de nos perfis 2, 3, 4 e 5 exibirem valor igual a 5,5 quando seco.

Para os horizontes B, todos os perfis apresentam-se bastante cromados, com cores bruno-forte para os perfis nº 1, 2 e 5 nos matizes 7,5 YR e 8 YR, e bruno-amarelado para o perfil nº 4 no matiz 10 YR.

Por sua vez o perfil nº 3 apresenta-se vermelho-amarelado no matiz 5 YR no horizonte B_{2t} chegando a atingir o matiz 2,5 YR no horizonte Bt₂₃, refletindo possivelmente sua mineralogia hematítica (KAMPF; SCHWERTMANN, 1983).

As cores vermelhas estão associadas a óxidos anidros principalmente a hematita (RESENDE, 1976; VOLKOF, 1978), sendo que a cor 2,5YR indica sua predominância (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1977; KAMPF; SCHWERTMANN, 1983).

A tendência em vermelhar em profundidade no perfil nº 3 poderia estar relacionada com um maior desenvolvimento sob condições paleoclimáticas mais quentes e secas, onde a formação da hematita seria favorecida (SCHWERTMANN, 1971). BIGARELLA (1964); (1965), menciona para o Brasil meridional alternâncias climáticas com fases úmidas sucedendo a fases áridas o que poderia explicar as cores amarelas dos horizontes superficiais. Por outro lado os perfis nº 1 e 4, também em litologia granítica (LOPES, 1987), apresentam-se com matizes variando de 10 YR a 7,5 YR denotando provavelmente sua mineralogia goetítica.

Parece que as condições paleoclimáticas do Quaternário não se fizeram sentir nestes dois perfis com a mesma intensidade.

Com relação a estrutura, quando se compara o horizonte A com horizonte B, observa-se graus homogêneos o que não ocorre com a classe de tamanho, já que esta tende a aumentar

no horizonte B, em todos os perfis, provavelmente pela menor presença de raízes e pela menor variação de umidade. Predominantemente a estrutura é moderada em blocos subangulares para os perfis nº 1, 3, 4, 5 tendo-se ainda a presença de blocos angulares nos perfis nº 2 e 5.

Vale destacar nos perfis nº 3 e 4 a presença de estrutura moderada granular em caráter subordinado.

DANIELS et al. (1987) atribuíram às condições climáticas permanentemente úmidas o fato de ter estruturas fracamente desenvolvidas nos horizontes subsuperficiais. Tal situação parece ter validade para as condições aqui estudadas.

Com relação a profundidade de solum, o perfil nº 1 assente em granito inequigranular médio cristalino (Granito Canavieiras), pertence a classe profundo, e o perfil nº 5 proveniente de micaxistos na classe pouco profundo. Os perfis nº 2, 3 e 4 respectivamente sobre litologia de riodacito, granito porfirítico (Granito Morro Inglês) e granito equigranular médio cristalino (Granito Rio do Poço), apresentam espessuras superiores a 2m caracterizando-os como solos muito profundos. Comparando-se os perfis 1, 3 e 4, provenientes de granito e situados na mesma posição de paisagem, observa-se que os mantos onde situam-se o perfil nº 3 são os mais profundos, assertiva esta, baseada em inúmeras observações quando da escolha do local a ser aberto o perfil e trabalhos executados na área (CURCIO et.al.,1991). É possível que a constituição granulométrica porfirítica esteja favorecendo a formação de solos mais espessos. PENTEADO (1983), cita que rochas de granulação fina (aplitos) resistem

melhor a intemperização do que as de grãos grosseiros (granito porfirítico).

GOMES (1985) comparando a espessura de solum de Podbólicos Vermelho-Amarelo derivados de folhelho, granito e gnaiss, acredita que a maior profundidade dos solos provenientes de granito e gnaiss, deva-se aos elevados teores em quartzo que originam solos mais permeáveis e profundos.

A incidência de maior quantidade de máficos ou de félsicos na rocha segundo REBERTUS; BUOL (1985) para um mesmo tempo de intemperismo, pode influir na espessura do solo.

Apesar dos 3 granitos pertencerem ao Proterozóico superior (LOPES, 1987), quando se compara o perfil 3 e 4, deve-se considerar que o nº 3 situa-se em granito encaixante, portanto uma superfície mais antiga, o que provavelmente também estaria favorecendo a presença de solos mais espessos. Sem dúvida, não se pode desconsiderar que os processos de morfogênese podem sobrepujar os processos de pedogênese, de tal maneira, que o modelado atual da paisagem pouco tenha a ver com modelados pretéritos, tendo-se como consequência variações na profundidade dos solos. Mantos espessos podem ser depositados em certos locais, provenientes da dinâmica de fluxo denso com materiais de mesma origem litológica recobrando os solos.

GOMES (1976) identificou transportes locais nas pendentes de material parental proporcionando saprolitos espessos sobre rochas granitóides.

É interessante salientar a ausência de horizonte C no perfil nº 1, onde verifica-se sobre rocha pouco alterada a presença de horizonte BC com estrutura, cor e consistência

igualmente desenvolvida ao horizonte B. O mesmo ocorre para o perfil nº 4, apesar de se ter coletado o horizonte BC com o trado. Portanto fica a característica comum de que os Podzólicos Vermelho-Amarelo deste trabalho sobre leucogranito, não apresentam regolito.

Deve-se salientar que a presença de matacões de granito detectado na paisagem em posição de terço médio e inferior da vertente, sugere coluvionamento de alta energia e que associado ao contato lítico observado, induz a pensar em descontinuidade litológica para este pedon.

Para os perfis nº 2 e 5 encontra-se horizonte C, o qual pode inclusive ser subdividido (nº 5) e que comparativamente aos perfis citados anteriormente, sugerem possíveis velocidades de pedogênese, no caso, maiores nos perfis nº 2 e 5.

No perfil nº 5 foi observado fragmentos de rocha biotita-muscovita-xisto nos horizontes B e C o que provavelmente, poderia traduzir-se em altas velocidades de intemperismo ou então, processos de adição por coluvionamento. Cabe aqui ressaltar a ausência de estruturas herdadas nos horizontes C₁ e C₂ ao lado de locais com exposição de rocha com elevado grau de xistosidade. Os fragmentos de quartzo neste perfil, possivelmente, sejam devido a presença de veios pegmatóides injetados na matriz.

O perfil nº 2 ocupa a posição de terço inferior na vertente, praticamente na inflexão com a planície, favorecendo a formação de mantos espessos o que concorda com GRAHAM et al. (1990a), (1990b). Este perfil apresenta blocos de riolacito semi-intemperizados sugerindo possível coluvionamento, espesso

horizonte C e mosqueamento pronunciado. GRAHAM et al. (1989) notaram cores do saprolito extremamente variáveis, mas os mais vermelhos continham almandina e que esta intemperizada predispõe a formação de hematita.

Quanto a drenagem os perfis apresentam-se bem drenados com exceção ao nº 3 que é acentuadamente drenado.

Embora os perfis 3 e 4 apresentem em caráter subordinado estrutura granular, esta é um pouco mais desenvolvida no nº 3 o que talvez respondesse por sua melhor drenagem.

CALVERT et al. (1980) citam que estrutura moderada angular em blocos auxilia a drenagem dos solos.

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS PERFIS ESTUDADOS

PER- FIL	HORIZONTES	COR		ESTRUTURA			CONSISTÊNCIA			TRAN- SIÇÃO
	SIMB. PROF.	UMIDA	SECA	GRAU	TAM	TIPO	SECA	UMIDA	MOLHADA	
1	Ap 0-13	10YR3/2	10YR5/3	M	PM	BS	LD	FR	LPL/PL LP6	C O
	Bt ₁₁ 13-35	9YR4/4	9YR5/4	M	GM	BS	MD	FV/FM	LPL/PL LP6	G P
	Bt ₁₂ 35-72	7,5YR4/4	7,5YR5/7	M	GM	BS	ED	FM/FV	LPL/PL LP6	G P
	Bt ₂₁ 72-110	7,5YR5/6	7,5YR5/8	M/F	GM	BS	ED	FV	LPL/PL LP6	D P
	Bt ₂₂ 110-142	7,5YR5/6	7,5YR5/8	M/F	GM	BS	ED	FV	LPL/PL LP6	G P
	Bt ₂₃ 142-160	10YR5/6	10YR5/8	M	GM	BS	ED	FV/FM	LPL LP6	G P
	BtC 160-174	10YR5/6	10YR5/8	M	GM	BS	ED	FV/FM	LPL/PL LP6	
2	Ap 0-13	10YR4/2	10YR5,5/2	M	M	BS	LD/D	FM/FV	LPL LP6	C O
	Bt ₁₁ 13-43	9YR4/4	9YR6/4	M	G	BS	LD/D	FM/FV	LPL/PL LP6	G P
	Bt ₁₂ 43-65	9YR5/5	9YR6/4	M	GP	BS	ED	FM/FV	LPL/PL LP6	G P
	Bt ₂₁ 65-98	7,5YR5/6	7,5YR6/6	M/F	GP	BSA	ED	FM	LPL/PL LP6	D P
	Bt ₂₂ 98-161	7,5YR5/7	7,5YR6/6	M/F	GP	BSA	ED	FM	LPL/PL LP6	G P
	BtC ₁ 161-206	7,5YR5,5/6	7,5YR6,5/6	M/F	MP	BSA	ED	FM	LPL/PL LP6	D P
	BtC ₂ 206-278	7,5YR5,5/6	7,5YR6,5/6	M	GM	BSA	MD	FM	LPL/PL LP6	
	C 380-420	2,5YR5/6								
3	Ap 0-13	10YR3/3	10YR5,5/3	M	MO	BS	LD	FV	LPL/PL LP6	C P
	Bt ₁₁ 13-39	7,5YR4/6	7,5YR6,5/6	M	GP	BS	D	FM	LPL/PL LP6	G P
	Bt ₁₂ 39-63	7,5YR5/6	7,5YR6/6	MGBS	M/F MP	BS	D	FV/FM	LPL/PL LP6	D P
	Bt ₂₁ 63-122	6YR5/7	6YR6/8	MGBS	MP	G	LD	FV	LPL/PL LP6	D P
	Bt ₂₂ 122-185	5YR5/7	5YR6/7	MGBS	MP	G	D	FV	LPL/PL LP6	D P
	Bt ₂₃ 185-265	2,5YR4/8	2,5YR6/7	MGBS	MP	G	D	FV/FM	LPL/PL LP6	
4	Ap 0-10	10YR4/2,5	10YR5,5/3	M	MP	BS	LD	FV	LPL/PL LP6	C P
	Bi ₁₁ 10-28	10YR4,5/3	10YR6/6	M	GP	BS	D	FV	LPL/PL LP6	G P
	Bi ₁₂ 28-49	10YR4,5/4	10YR6/4	M	GP	BS	D	FV	LPL/PL LP6	D P
	Bi ₂₁ 49-98	10YR5/5	10YR6/6	MGBS	MP	G	MD	FV	LPL/PL LP6	D P
	Bi ₂₂ 98-151	10YR5/5	10YR6/3	MGBS	MP	G	MD/ED	FV	LPL/PL LP6	D P
	Bi ₂₃ 151-179	7,5YR5/6	7,5YR6/7	MGBS	MP	G	ED	FM/FV	LPL/PL LP6	D P
	BiC 187-227	6YR5/8	6YR6/7							
5	Ap 0-20	10YR4/3	10YR5,5/6	M	GP	BS	LD	FM	LPL LP6/PG	C P
	Bi ₁ 20-37	10YR5,5/6	10YR7/6	M	GP	BSA	D	FM	LPL PG	C P
	Bi ₂₁ 37-57	10YR5/6	10YR8/4	M/F	GM	BSA	ED	FM	LPL PG	P G
	Bi ₂₂ 57-76	8YR5/6	8YR8/4	M	G	BS	D	FV	LPL PG	C P
	BiC 76-93	5YR5/7	7,5YR5/6	F/M	G	BS	LD	FV	LPL PG	C O
	C ₁ 93-100	varieg.	5YR7/4	MAC			M	FV	LPL/LPL PG	C I
	C ₂ 100-140	varieg.	8YR8/4	MAC			M	FV	LPL/LPL PG	

ESTRUTURA - GRAU : M-moderada F-forte
TAMANHO: P-pequena M-média G-grande
TIPO : BS-blocos subangulares BA-blocos angulares
CONSISTÊNCIA - SECO : LD-ligeiramente duro D-duro MD-muito duro ED-extremamente duro
UMIDO : FV-friável FM-firme
MOLHADA: LPL-ligeiramente plástico PL-plástico LP6-ligeiramente pegajoso PG-pegajoso
TRANSIÇÃO - C- clara G-gradual D-difusa
P-plana O-ondulada I-irregular

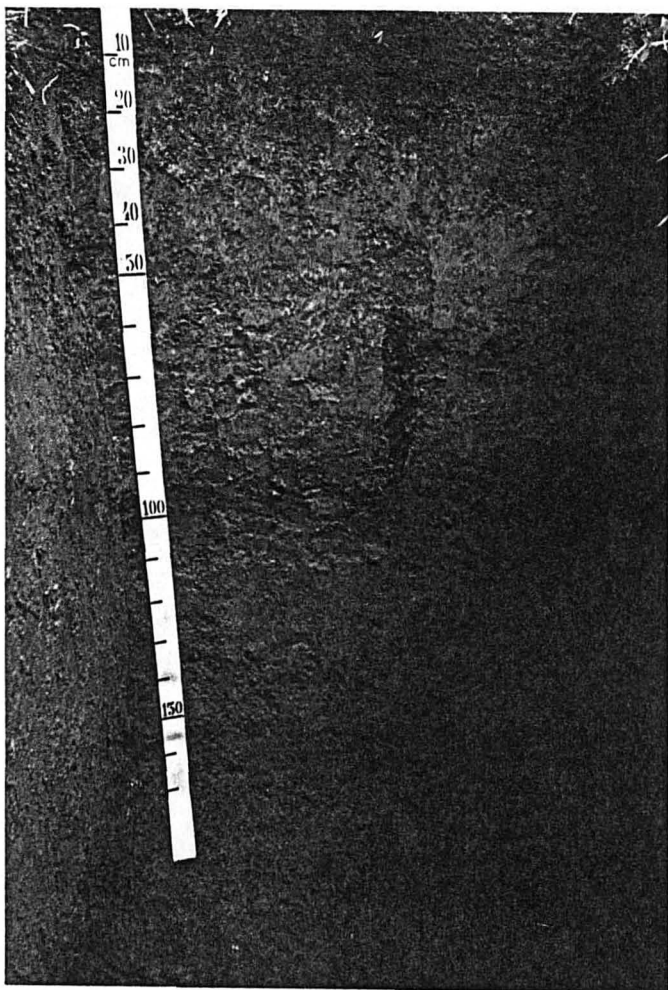


FIGURA 2. PERFIL 1-PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO

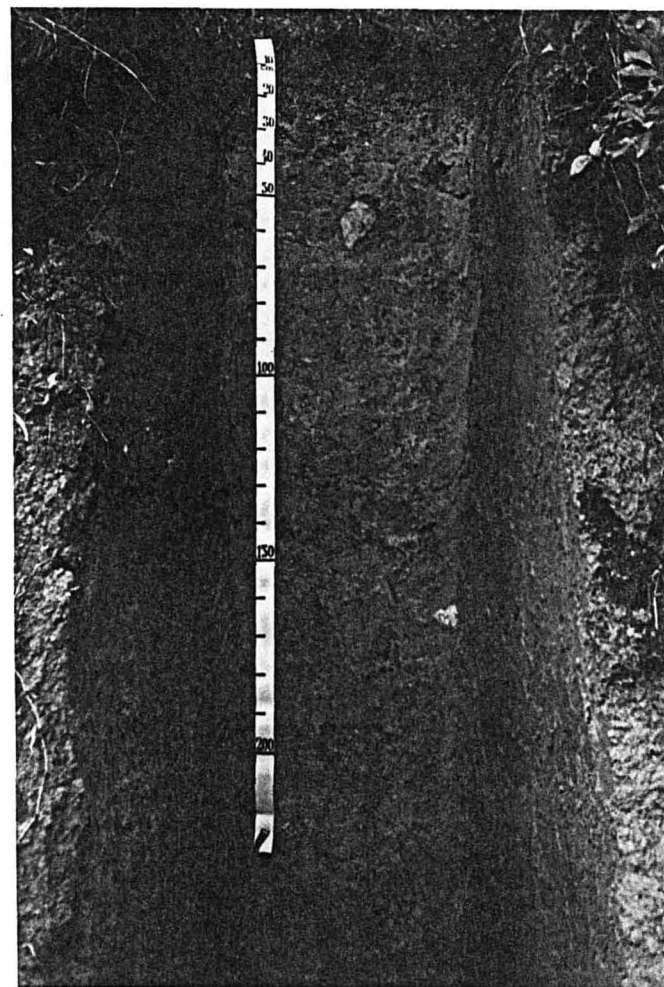


FIGURA 3. PERFIL 2-PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO

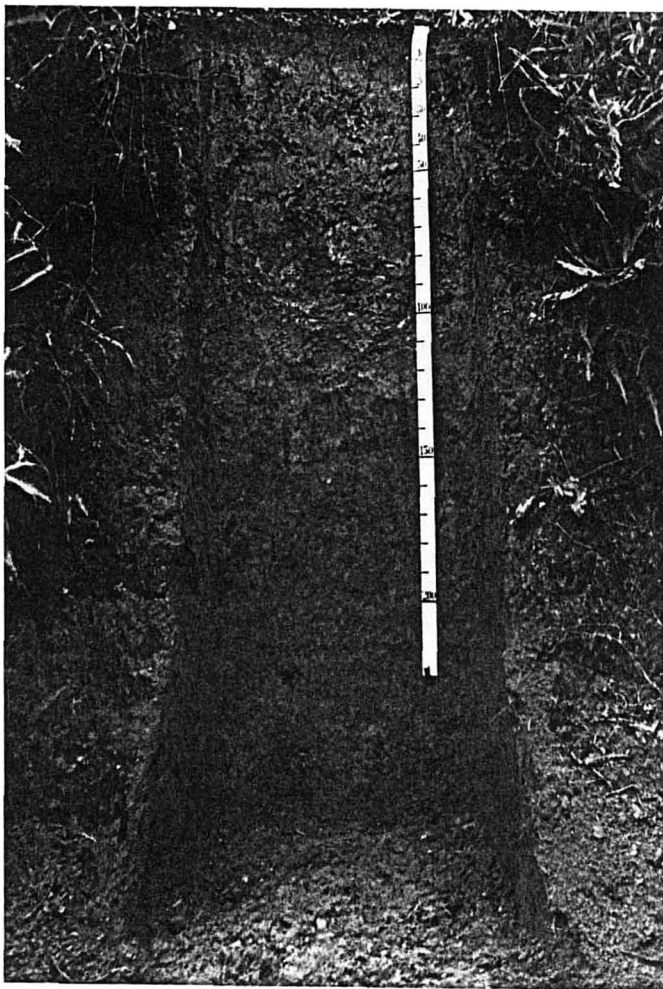


FIGURA 4. PERFIL 3-PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO

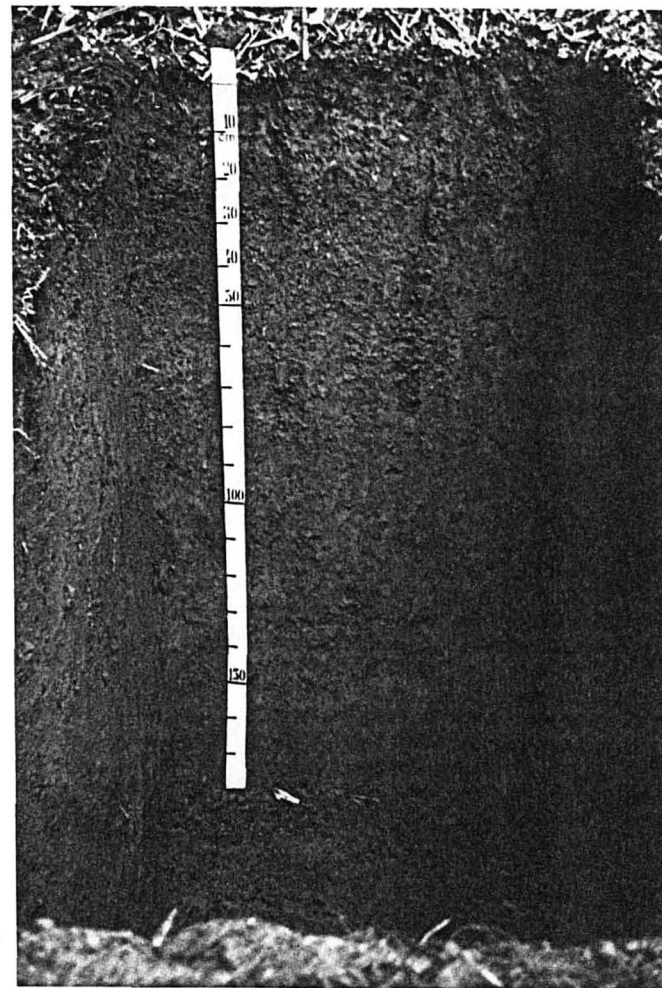


FIGURA 5. PERFIL 4-CAMBISSOLO LATOSSÓLICO

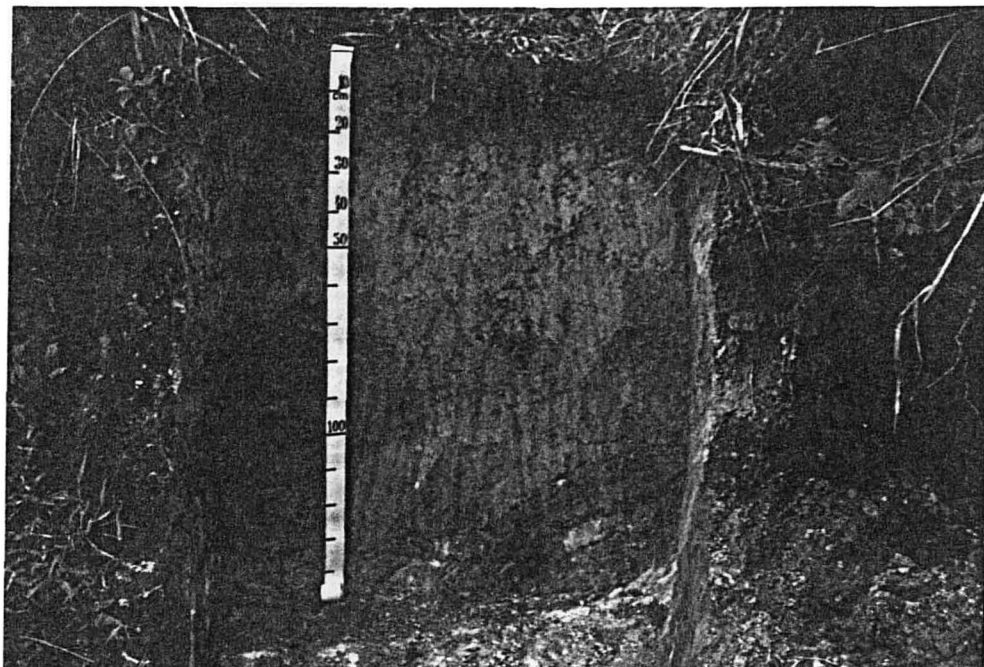


FIGURA 6. PERFIL 5 - CAMBISSOLO

5.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Em todos os solos, com exceção ao perfil nº 5, observa-se predominância da fração argila sobre as demais frações o que evidencia a intensa alteração do material de origem (Quadro 2 - Figura 7 - Anexo 2). No perfil 5, a expressão maior é da fração silte sendo que tal diferença possa ser herança do material de origem, no caso biotita-muscovita-xisto e/ou menor grau de desenvolvimento.

Os perfis nº 1, 2 e 3 apresentam gradientes texturais apesar da maior expressão ser verificada nos dois primeiros, inclusive compondo texturas binárias média/argilosa (EMBRAPA-SNLCS, 1983). Suas relações texturais 1,66, 1,88 e 1,39 respectivamente, atestam os gradientes.

Por sua vez os perfis nº 4 e 5 apresentam distribuição granulométrica mais homogênea comprovadas pelas relações texturais 1,25 e 1,18. Observa-se em todos os perfis um incremento de argila em maior ou menor intensidade do horizonte A para o horizonte B, não podendo afirmar-se o mesmo do horizonte transicional BC para o horizonte C.

No perfil 5 inclusive, é bastante acentuada a diferença dos teores de argila entre o horizonte B e o C, evidenciando desta forma o incremento desta fração de acordo com o maior grau de intemperismo.

Nos perfis nº 1 e 2, apesar de não ser constatada cerosidade, devido ao gradiente textural, foi identificado no campo a presença de horizonte B textural comprovados posteriormente pelos resultados granulométricos e os perfis nº 4 e 5 com horizontes B incipiente. Embora o perfil nº 3 não apresente relação textural que satisfaça as normas

preconizadas pela EMBRAPA-SNLCS (1988), no campo foi enquadrado como B textural em função do gradiente textural. Por meio das análises verifica-se incrementos significativos e que muito provavelmente, sejam também responsáveis pelos altos níveis de erosão encontrados nestes solos.

CURCIO et.al. (1991) observou que solos com relação textural a partir de 1,3, portanto distante da relação desejada de 1,7. apresentaram níveis de erosão acentuados em relação a solos com menor relação textural e que portanto, não poderiam ser enquadrados simplesmente como Cambissolos.

Naquela oportunidade foram classificados como Cambissolos podzolizados. Na mesma região, solos com relações texturais inferiores a 1,3, foram classificados como Podzólico Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1978).

Ademais deve-se considerar que solos Podzólicos assim denominados quando do levantamento de solos do Estado do Paraná (EMBRAPA-IAPAR, 1984), quando submetidos a apreciação nos níveis de relação textural exigidos atualmente deixariam, em sua grande maioria, de pertencer a esta classe. Parecem ser estes níveis muito exigentes para as nossas condições de Estado, quem sabe até sul do país.

Nos solos desenvolvidos de granitos e riolacito, observa-se o predomínio da fração areia grossa sobre areia fina, enquanto que o pedon proveniente de biotita-muscovita-xisto apresenta uma equivalência das duas frações.

Quanto a textura é interessante ainda considerar os teores de areia grossa + areia fina bastante semelhantes no horizonte Ap para os perfis nº 1, 3 e 4, considerando a litologia granítica com textura inequigranular média

cristalina, porfirítica e equigranular média cristalina respectivamente, embora os teores de areia grossa e fina quando contemplados individualmente no perfil nº 4 sejam diferentes dos perfis 1 e 3.

Acredita-se que a ação climática possa ser a maior responsável pela homogeneidade textural da fração areia, embora não esteja afastada a hipótese de caracterizar-se a litologia procedendo-se um fracionamento maior da areia que o efetuado neste trabalho.

Na fração cascalho, não foi observado diferenças contrastantes que pudessem caracterizar as litologias.

Nos perfis nº 1 e 4 pode-se observar os altos teores de argila nos horizontes imediatamente suprajacentes à rocha inclusive com pequenos incrementos de argila, diferindo antogonicamente do perfil nº 5 derivado de biotita-muscovitaxisto, denotando características herdadas totalmente distintas. Os perfis nº 1 e 4, por apresentarem horizontes BC com textura semelhante aos demais subhorizontes B, sugerem velocidade de intemperismo lento responsável pelo espessamento do solo de tal maneira que o horizonte intemperizaria-se mais rapidamente do que ocorreria seu espessamento.

A intemperização do granito, pelo menos sob as condições atuais de clima, observados na análise granulométrica, favorece incremento da fração argila em detrimento da fração silte, o que concorda com VAN WAMBEKE (1962); GOMES (1976) em observações em rochas ígneas.

O perfil nº 5 tem o seu máximo de argila no horizonte Bi2, teor este muito acima do encontrado no horizonte C, evidenciando possivelmente, para este tipo de rocha naquelas

condições de relevo e clima, uma maior velocidade de intemperismo responsável pelo espessamento de manto, mas que no entanto, não se traduz no perfil mais espesso, possivelmente pelos altos teores em silte o que o tornaria mais suscetível aos processos de morfogênese de vertente através da erosão.

GRAHAM; BUOL (1990) estudando solos provenientes de mica-gnaiss e mica-xistos, também evidenciaram menores teores de argila no horizonte C. TIE-BI-YOUAN et.al. (1983) verificou a expressão da fração silte em solos derivados de xistos.

Quanto ao perfil nº 2, derivado de riódacito, verifica-se teores de argila no horizonte B próximos aos horizontes B provenientes de granito, mas sua posição na vertente em terço inferior, torna qualquer comparação em relação aos demais não conclusivas. Os menores teores de argila no horizonte superficial dos perfis nº 1, 2 e 3, possivelmente devam-se em grande parte pela remoção diferencial das partículas pela erosão, concordando com MOSS (1965); DEMATTE; HOLOWAYCHUK (1977a); SANTOS FILHO; ROCHA (1981a). De encontro a esta possibilidade deve-se ressaltar o avançado grau de erosão instalada nas áreas próximas aos perfis, principalmente ao perfil nº 2.

Quanto aos valores de argila dispersa em água (Figura 8), em todos os perfis observa-se valores ainda que relativamente baixos, somente no horizonte Ap, o que possivelmente deva-se aos maiores teores de matéria orgânica na superfície proporcionando maior quantidade de cargas negativas (VAN RAIJ; PEECH, 1972; GILLMAN, 1974; GOMES, 1976). Teores altos em argila natural, indicam uma maior mobilidade

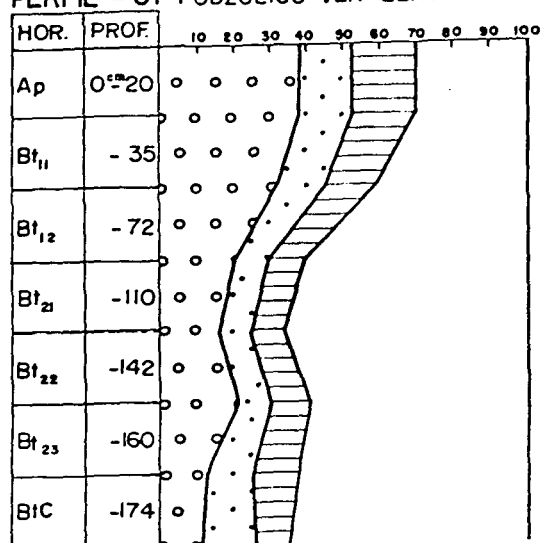
potencial desta fração (CURI et.al.,1984). Os valores de argila dispersa em água são baixos, indicando um relativo grau de estabilidade dos agregados, no entanto, o fato de estar mais dispersa na superfície poderá facilitar o seu transporte tanto por deflúvio como por percolação. Nos horizontes subsuperficiais a fração argila encontra-se 100% floculada evidenciando uma não translocação de argila. GRAHAM; BUOL (1990b) citam que a iluviação ocorre em períodos intermitentes porque a susceptibilidade dos minerais primários ao intemperismo não é contínua, assim, a produção da fração argila não ocorre em taxas constantes.

Pelo exposto, pressupõe-se duas hipóteses que justifiquem a presença de horizonte B textural nos locais em que se encontram os perfis nº 1, 2 e 3: ou a diferença textural existente é função da perda de argila do horizonte Ap por remoção diferencial através da erosão ou, o gradiente textural é função de um processo de iluvionamento pretérito em estágios de evolução anteriores, já que atualmente pressupõe-se que estes solos encontram-se em avançado estágio de desenvolvimento genético.

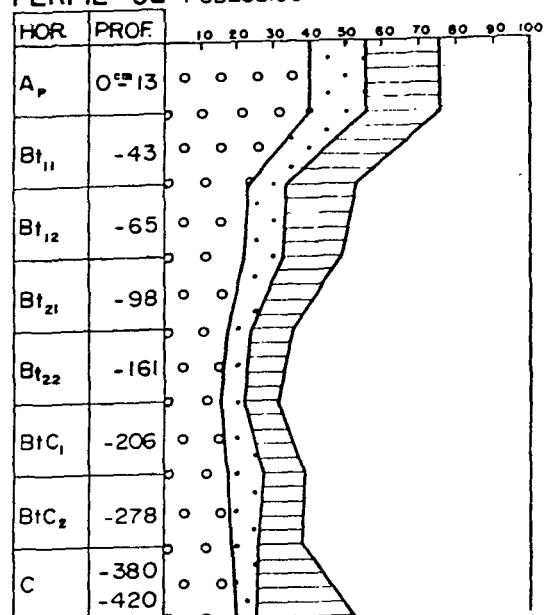
No perfil nº 4 o maior valor de argila dispersa em água apresenta-se no horizonte em que se tem o menor Δ pH, contrariando a tendência encontrada por GILMAN (1974) já que este autor verificou uma relação entre argila dispersa em água e amplitude de cargas negativas no solo. Este fato vem a sugerir que pH, para este tipo de solo, naquelas condições, não explica fenômenos relativos a dispersão de argila.

Quanto a relação silte/argila, com exceção ao perfil nº 5 (B incipiente), mostra-se com valores muito baixos,

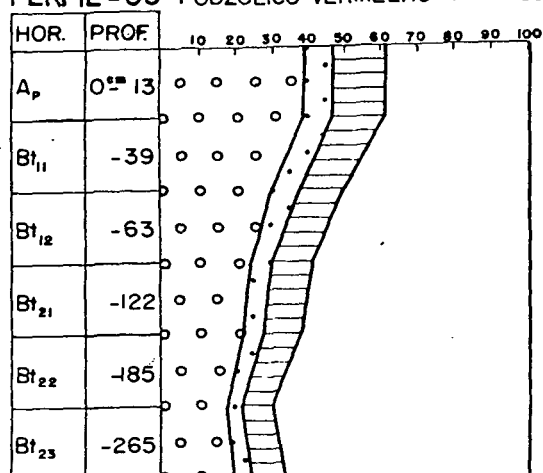
PERFIL - 01 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO



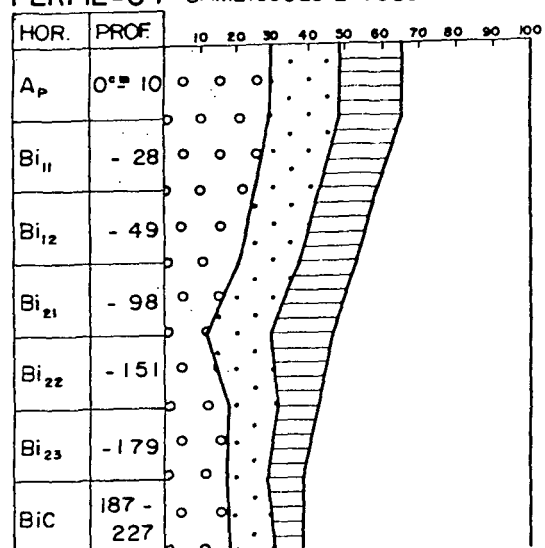
PERFIL - 02 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO



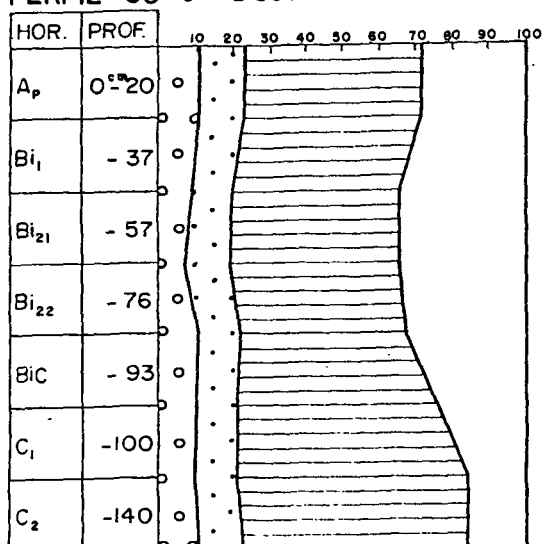
PERFIL - 03 PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO



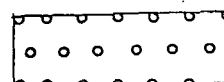
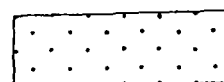
PERFIL - 04 CAMBISSOLO LATOSSÓLICO



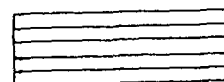
PERFIL - 05 CAMBISSOLO



LEGENDA

AREIA
GROSSAAREIA
FINA

SILTE

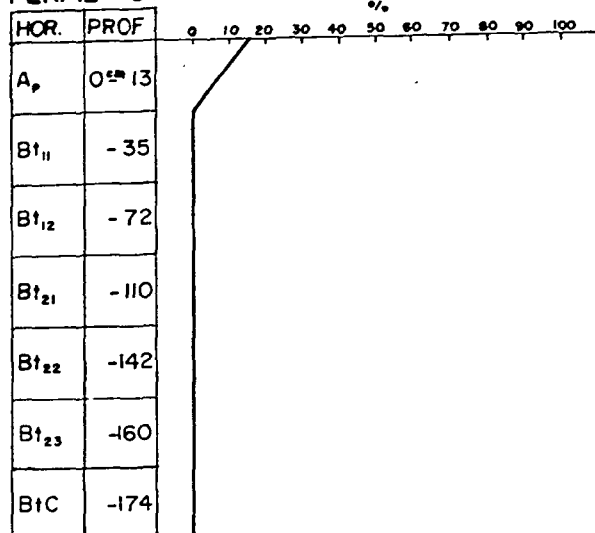


ARGILA

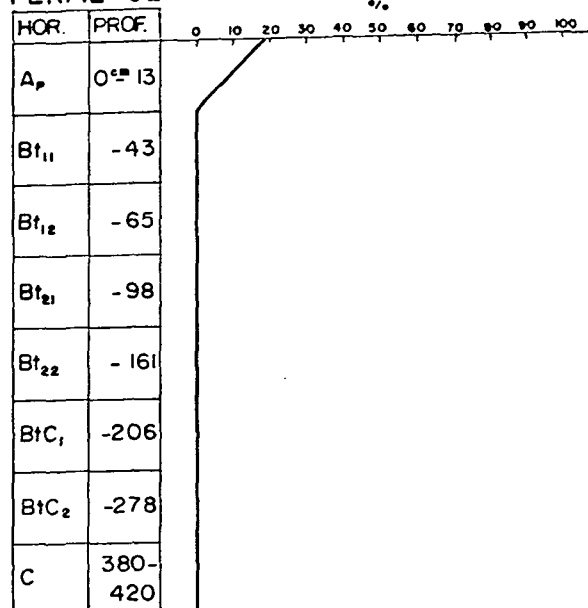


FIGURA 7. DISTRIBUIÇÃO DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS

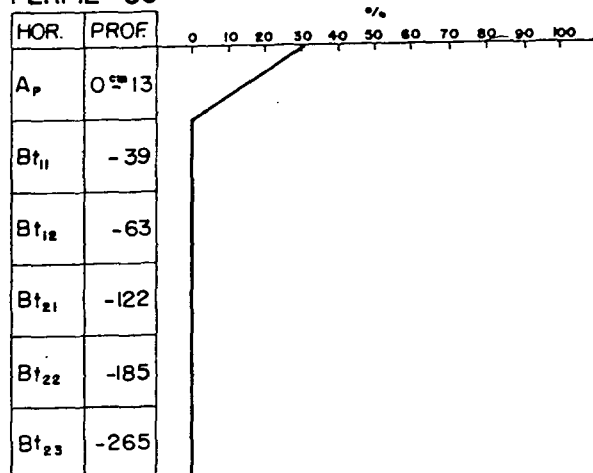
PERFIL - 01



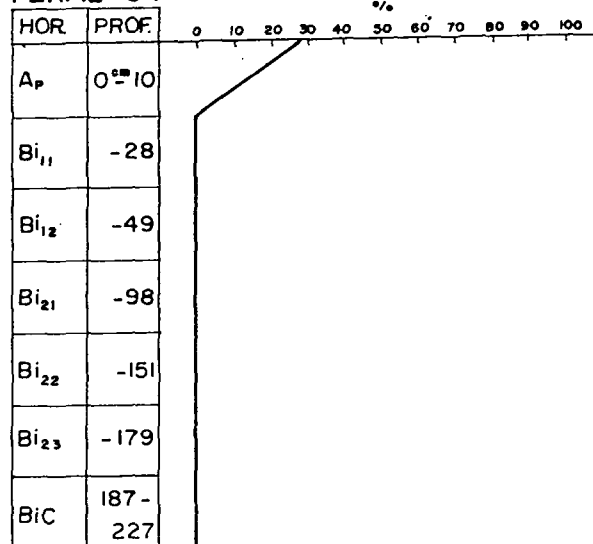
PERFIL - 02



PERFIL - 03



PERFIL - 04



PERFIL - 05

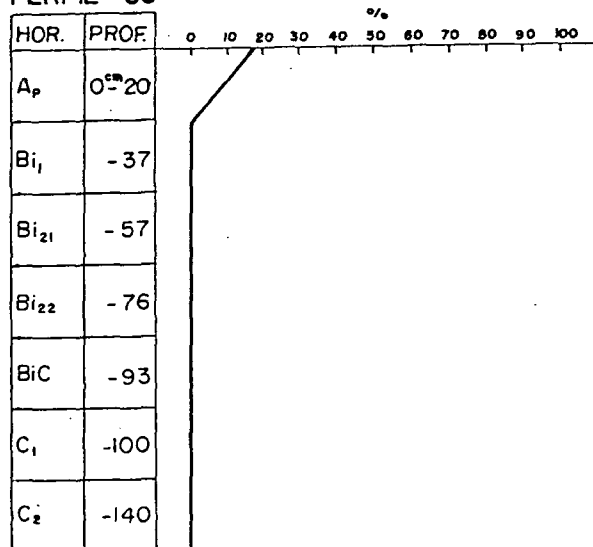


FIGURA 8. ARGILA DISPERSA EM ÁGUA %

indicando apesar do caráter restrito desta, o avançado grau de intemperismo dos solos em questão. No perfil nº 5 a relação é muito alta indicando menor intemperismo e considerando ainda seu material de origem, o que contraria em parte observações de VAN WAMBERKE (1962), pois neste caso o solo desenvolve-se em material parental mais antigo mas que condicionam os maiores teores em silte. RAUEN (1980) apesar de citar que a relação silte/argila tem sido utilizada para identificar estágios de intemperismo, em seus estudos verificou que não há correlação desta com o desenvolvimento genético. O perfil nº 2 apresenta no horizonte Ap uma relação bastante diferenciada do restante dos horizontes o que corroborada por sua posição na vertente, presença de blocos de riódacito no corpo do solo, além de uma relação areia fina/areia grossa diferente das demais, sugere um processo de coluvionamento na sua gênese.

Por sua vez, a relação areia total/argila total induz a inferir sobre possíveis descontinuidades e ou processos de coluvionamento. No perfil 1, observa-se valores bastantes discrepantes dos horizontes Ap e Bt_{1,1} para os demais. O mesmo se dá no pedon 2 onde a diferença entre o horizonte Ap e os restantes é ainda maior, confirmando a diferença observada na relação areia fina/areia grossa. Neste mesmo solo verifica-se ainda valores muito próximos nos horizontes Bt_{1,1} e Bt_{1,2} e que por sua vez diferem dos demais. Para o perfil 3, a suposição de descontinuidade e ou coluvionamento baseada na relação areia total/argila total, está restrita ao horizonte Ap.

De qualquer forma esta relação não pode, de maneira isolada, configurar uma descontinuidade e ou coluvionamento, já que os perfis 1,2 e 3 são Podzólicos e portanto sujeitos a possuírem gradientes texturais devido a remoção diferencial de argila.

Para esta mesma relação, nos perfis 3 e 4, a diferença entre o horizonte Ap e os demais não é acentuada.

QUADRO 2 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA, RELAÇÃO SILTE/ARGILA DISPERSA EM ÁGUA, GRAU DE FLOCULAÇÃO, RELAÇÃO AREIA FINA/AREIA GROSSA E AREIA TOTAL/ARGILA TOTAL.

PERFIL 1									
HORIZONTE	PROF. (cm)	AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA	RELAÇÃO SILT/ARG.	ARG.DISPERSA EM ÁGUA %	AREIA FINA AREIA GROSSA	AREIA TOTAL ARGILA TOTAL
Ap	0- 13	38	15	17	38	0,57	15	0,39	1,76
Bt ₁₁	- 35	32	13	15	48	0,38	0	0,48	1,12
Bt ₁₂	- 72	28	9	11	60	0,18	0	0,45	0,48
Bt ₂₁	-110	16	8	10	66	0,15	0	0,50	0,36
Bt ₂₂	-142	21	9	11	59	0,19	0	0,42	0,58
Bt ₂₃	-160	17	8	13	62	0,21	0	0,47	0,48
BtC	-174	16	10	10	64	0,16	0	0,62	0,40
PERFIL 2									
Ap	0- 13	43	15	28	25	0,88	18	0,12	2,32
Bt ₁₁	- 43	23	10	28	47	0,43	0	0,43	0,78
Bt ₁₂	- 65	22	10	17	51	0,33	0	0,45	0,64
Bt ₂₁	- 98	17	6	13	64	0,28	0	0,35	0,35
Bt ₂₂	-161	15	6	11	68	0,16	0	0,40	0,38
BtC ₁	-206	19	8	12	61	0,28	0	0,42	0,44
BtC ₂	-278	19	7	13	61	0,21	0	0,36	0,42
C	388-428	28	5	27	48	0,56	0	0,25	0,52
PERFIL 3									
Ap	0- 13	39	8	14	39	0,36	38	0,28	1,21
Bt ₁₁	- 39	38	8	12	58	0,24	0	0,26	0,76
Bt ₁₂	- 63	24	6	11	59	0,19	0	0,25	0,58
Bt ₂₁	-122	22	6	18	62	0,16	0	0,27	0,45
Bt ₂₂	-185	18	4	8	78	0,11	0	0,22	0,31
Bt ₂₃	-265	28	5	9	66	0,14	0	0,25	0,37
PERFIL 4									
Ap	0- 18	29	28	16	35	0,46	28	0,68	1,48
Bi ₁₁	- 28	25	18	16	41	0,39	0	0,72	1,84
Bi ₁₂	- 49	21	17	15	47	0,32	0	0,88	0,88
Bi ₂₁	- 98	16	13	17	54	0,31	0	0,81	0,53
Bi ₂₂	-151	17	14	11	58	0,19	0	0,82	0,53
Bi ₂₃	-179	17	11	18	62	0,16	0	0,64	0,45
BiC	187-227	18	12	8	62	0,13	0	0,66	0,48
PERFIL 5									
Ap	0- 28	11	12	48	29	1,66	17	1,89	8,79
Bi ₁	- 37	9	11	45	35	1,29	0	1,22	8,57
Bi ₂₁	- 57	7	12	46	35	1,31	0	1,71	8,54
Bi ₂₂	- 76	11	11	45	33	1,36	0	1,88	8,66
BiC	- 93	18	11	55	24	2,29	0	1,18	8,87
C ₁	-188	18	11	63	16	3,94	0	1,18	1,31
C ₂	-148	11	12	61	16	3,81	0	1,89	1,43

5.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

5.3.1 pH e Δ pH, bases trocáveis, soma de bases, hidrogênio + alumínio, saturação com alumínio, saturação em bases, CTC e carbono.

Os valores de pH em água para os solos variam de 3,7 a 5,4 (Quadro 3 e Anexo 2), enquadrando-os nas classes de reação extremamente ácido a moderadamente ácido EMBRAPA-SNLCS (1988), apresentando-se com leves e gradativas variações ao longo do perfil, ora sendo maior na superfície, ora menor. Nos casos em que o mesmo aumenta em profundidade não se verifica o incremento em bases, sugerindo a interferência da matéria orgânica na superfície. Em todos os perfis o pH em água foi maior que o pH em KCL IN, indicando a predominância de cargas negativas (MEKARU; UEHARA, 1972; VAN RAIJ; PEECH, 1972; GILLMANN, 1974). Os menores valores de pH estão presentes nos solos 2 e 3 e os maiores no perfil nº 5 o que provavelmente expresse a menor maturidade pedogenética deste último e o maior grau de desenvolvimento daqueles.

Em função dos baixos teores em bases trocáveis nos perfis em estudo, pode-se inferir que tratam-se de solos altamente lixiviados coerentes ao clima atual, posição na paisagem e boa drenagem, o que concorda com observações de LEPSCH et al. 1977; GOMES (1976). Teores baixos em bases trocáveis podem ser reflexo de material de origem pobre em minerais fornecedores de cátions de interesse nutricional as plantas cultivadas (CURI; FRANZMEIER, 1987).

E muito comum em clima tropical úmido encontrar-se solos derivados de granito com baixa saturação em bases,

apresentando caráter distrófico ou álico (BRASIL, 1960; BRASIL, 1972; BRASIL, 1973; EMBRAPA, 1980; EMBRAPA/IAPAR, 1984).

ROCHA et al. (1982), verificou a influência da rocha na concentração de nutrientes no solo. O perfil nº 5 devido ao seu estágio de desenvolvimento incipiente e a sua baixa saturação em bases ao longo do perfil, pressupõe uma pequena quantidade de nutrientes no material parental.

Em todos os perfis as bases trocáveis decrescem com a profundidade, ocorrendo diferenças marcantes nos perfis nº 1, 3, 4 e 5 entre os horizontes Ap e os horizontes de subsuperfície, sugerindo uma biociclagem de nutrientes, concordando com as verificações feitas por GOMES (1976); CURTI et al. (1984).

Apesar dos baixos teores em Ca^{++} e Mg^{++} trocáveis em todos os solos segundo parâmetros de OLEYNIK (1980), verifica-se teores ainda menos expressivos no perfil nº 2 proveniente de riódacito. Por outro lado chama atenção os altos teores em K^{+} trocável nos horizontes Ap, Bt_{11} , Bt_{12} , Bt_{21} , sofrendo a partir daí uma queda brusca nos teores.

Deve-se salientar que não foi observado sinais de queima no local que pudessem explicar os elevados teores em K^{+} . Os teores de K trocável são levemente superiores em profundidade quando compara-se o perfil nº 5 com os demais, o que concorda com NETTLETON; BRASHER (1983). Genericamente pode-se observar que nos solos de litologia granítica, os teores trocáveis de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, ainda que baixos, são maiores que nos solos provenientes de riódacito e biotita-muscovitaxisto, considerando que o tipo e estágio de vegetação assim

como o uso atual, são praticamente os mesmos. Com relação ao sódio os teores em todos os perfis são baixos, o que vai de encontro a CERRI (1975). Segundo o autor, o sódio é liberado do retículo dos plagioclásios e colocando em solução já no início da intemperização. Como é um cátion solúvel em qualquer condição do meio e de ser dificilmente incorporado aos argilo-minerais em formação, sua eliminação é rápida, principalmente em condições de boa drenagem.

Verificando os teores deste elemento nos horizontes Ap dos 5 perfis, praticamente se estabelece uma sequência, com exceção do perfil nº 2, de maiores para menores teores a medida que ocorre o afastamento dos perfis costa adentro, possivelmente em função dos efeitos aerossóis, conforme já relatado por MONIZ et al. (1990).

O alumínio trocável apresenta-se bastante elevado em todos os perfis variando de 1,4 a 3,6 meq/100g, exceto no horizonte Ap no perfil nº 2 onde atinge 0,4. Deve-se considerar que este também é o horizonte com menor quantidade de argila de todos os solos. Em geral os teores máximos de alumínio trocável encontram-se no horizonte B, contrariamente ao hidrogênio que tem os maiores valores no horizonte superficial. Este comportamento diferenciado, presumivelmente, seja devido a matéria orgânica que, no primeiro caso complexa o alumínio e no segundo caso, face a dissociação dos grupos carboxílicos, favorece os maiores teores em H^+ . FIGUEIREDO; ALMEIDA, (1991), em estudos de formas trocáveis e não trocáveis do alumínio em solos ácidos de Santa Catarina, verificaram que com o incremento nos teores de matéria orgânica do solo aumentaram os teores de alumínio não trocável

e um aumento do trocável. A baixa saturação em bases, associado aos altos teores em alumínio trocável imprime o caráter álico para os perfis nº 1, 4 e 5 e álico epidistrófico para os perfis nº 2 e 3 comprovando a elevada lixiviação exercida nestes solos.

Verifica-se os maiores valores em bases nos horizontes superficiais decrescendo linearmente em profundidade, caracterizando a influência da matéria orgânica, o que concorda com observações de DEMATTE; HOLOWAYCHUCK (1977a); LIMA (1979); SANTOS FILHO (1985).

Os baixos valores em bases nos horizontes B para os perfis 1, 2, 3 e 4 sugerem a predominância de colóides minerais de baixa atividade, o que por sua vez denota o avançado grau de desenvolvimento dos solos. OLIVEIRA; MENCK (1977), estudando os Latossolos de Campinas-SP, citam colóides de baixa atividade como indicativo de um forte estágio de intemperismo.

Nos valores de CTC/100g de argila após correção para carbono observa-se os maiores valores para o perfil nº 5, indicando juntamente com suas características morfológicas, além da relação silte/argila, um menor estágio de evolução em relação aos demais, refletindo a possibilidade de estar presente minerais de argila menos evoluídos.

Tendo em vista o material de origem ser biotita-muscovita-xisto, provavelmente neste solo ocorra a possibilidade de apresentar na fração argila, minerais do grupo da mica secundária, dado o valor de 16-18 meq/100g de argila após correção para carbono. Por outro lado, os menores

valores no perfil nº 3, indicam tratar-se do solo mais desenvolvido.

Os teores de carbono no horizonte Ap dos pedons, são relativamente altos segundo parâmetros de OLEYNIK (1980), oscilando de 1,51 a 3,38. Possivelmente esta variação ocorra em função dos diferentes estágios sucessionais da vegetação secundária bem como o tempo e tipo de manejo atribuído a estes solos no passado proporcionando maiores ou menores taxas de erosão. As condições climáticas tropicais, favoráveis a altas taxas de decomposição da matéria orgânica, devido as altas temperaturas e solos cultivados a muitos anos, tendem a um equilíbrio em níveis baixos exigindo quantidades muito grandes de matéria orgânica para restabelecer as condições naturais iniciais (IGNATIEFF; LEMOS, 1963).

LEPSCH et.al. (1977) comentam que os teores de matéria orgânica relacionem-se provavelmente com as condições ambientais como drenagem, vegetação e textura do solo, além do manejo da área e grau de erosão instalado.

5.3.2 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2 provenientes do ataque sulfúrico e suas relações.

Os dados de SiO_2 (Quadro 4), apresentam-se com variação entre os perfis possivelmente devido a litologia exclusiva de cada solo, além de ocorrer incremento em profundidade em todas as situações com exceção do pedon 3. No caso dos solos nº 1, 2 e 3, verifica-se um aumento significativo do horizonte superficial para o horizonte Bt_2 , principalmente nos dois primeiros. Este incremento relaciona-se com a distribuição de argila.

O comportamento do alumínio não é tão variável entre os perfis, encontrando-se teores bastante próximos entre os solos derivados de granito e riodacito e valores inferiores ao perfil nº 5 proveniente do biotita-muscovita-xisto. Identifica-se aumento dos valores em profundidade, igualmente a sílica, só que de forma mais contrastante, principalmente entre os horizontes Ap e Bt nos perfis 1 e 2, justamente os solos que apresentam o maior gradiente textural.

Quanto ao Fe_2O_3 os valores mostram uma distribuição ao longo dos perfis semelhante ao alumínio no entanto com teores muito distintos, devendo-se ressaltar as diferenças existentes no horizonte B entre os perfis derivados de granito, verificando-se os maiores valores para o perfil nº 1 e os menores para o nº 4. Os teores nos solos provenientes de riodacito e biotita-muscovita-xisto são intermediários.

GOMES (1976), trabalhando com solos derivados de gnaisses no Espírito Santo, encontrou teores de Fe_2O_3 pelo ataque sulfúrico semelhante ao perfil nº 1 e 3. Nos solos provenientes de leuco-granitos (perfil 1 e 4), era de se esperar que os teores em Fe_2O_3 fossem menores uma vez que esta denominação traduz uma riqueza da rocha em minerais félsicos.

Esta afirmação procede quando se observa os baixos teores no perfil nº 4 porém não se verifica no nº 1. Em função dos teores de Fe_2O_3 encontrados no perfil nº 4 apresentarem-se inferiores a 6% e este solo apresentar características transicionais para a classe dos Latossolos, abre-se a perspectiva de encontrar-se futuramente no Paraná, Latossolos Amarelos que, por definição, possuem teores em Fe_2O_3 menores que 7% (CAMARGO et al. 1987). Os teores de Fe_2O_3 encontrados

nos perfis 1 e 3 enquadram-se nos valores já encontrados para solos derivados de granitos (EMBRAPA/IAPAR, 1984; EMBRAPA, 1980).

Nos perfis 1, 2 e 3 verifica-se valores muito discrepantes entre o horizonte Ap e o horizonte Bt₂ com incrementos em profundidade, indicando desta forma um possível movimento do ferro livre com a argila mas não de forma combinada (LEKWA; WHITESIDE, 1986), embora também possa migrar incluído na estrutura dos argilo-minerais (MELFI et al., 1979). O perfil nº 3, embora seja o mais vermelho em profundidade, não se observa os maiores teores em óxidos de ferro, o que concorda com observações de VOLKOF (1978); RODRIGUES; KLAMT (1978); KAMPF; SCHWERTMANN (1983).

Com relação ao TiO₂ os valores são distintos entre os solos, ocorrendo tanto os maiores como os menores teores para os perfis derivados de granito. Os teores denotam uma distribuição homogênea entre os solos com exceção ao horizonte Ap no perfil 3, sugerindo uma possível descontinuidade devida a sua pouca mobilidade.

A relação Ki apresenta-se com variação de 1,61 a 3,54. No perfil nº 1, os valores são crescentes em profundidade indicando uma possível migração da sílica.

No perfil nº 2 observa-se valores homogêneos com exceção do horizonte Ap. Esta homogeneidade pressupõe a ausência de translocação de sílica e alumínio. A relação alta no horizonte superficial sugere a presença de minerais de argila 2:1, reflexo de uma possível descontinuidade uma vez que o restante do perfil propõe uma mineralogia caulinítica. Existe a possibilidade deste valor não refletir a mineralogia

presente conforme citam CERRI (1975); GOMES (1976); DURIEZ et al. (1982); CASTRO et al. (1984); BARRETO (1986). O perfil nº 3 apresenta valores altos nos horizontes Ap, Bt₁₁, Bt₁₂ pressupondo a existência de minerais de argila 2:1, sofrendo a partir daí uma queda brusca, sugerindo mineralogia caulinítica. Mais uma vez o valor Ki pode estar superestimado já que quando se observa o valor da CTC da argila, verifica-se os menores teores justamente neste perfil. Convém salientar a ocorrência neste pedon em grande intensidade, de pteridófitas entre as quais o gênero GLEICHENIA sp (JOLY, 1979; SEHNEM, 1970). É interessante ressaltar também a relação detectada neste perfil entre Ki e estrutura pois justamente no horizonte Bt₂₁, onde diminui o valor Ki, aparece a estrutura granular. O perfil nº 4 apresenta-se relativamente similar em profundidade, com pequeno incremento no horizonte BiC e o perfil nº 5 apresenta os valores mais altos e uniformes em todos os horizontes, traduzindo-se na possibilidade de se encontrar minerais de argila menos evoluídos que a caulinita.

A relação Kr confirma as tendências já evidenciadas pelo Ki.

Examinando-se o Kr no P₄, percebe-se que praticamente não há variação em profundidade indicando ausência de translocação de sílica, alumínio e ferro e consequente homogeneidade vertical. Para os demais perfis, os valores tanto decrescem como aumentam em profundidade o que para THAN; TROTH (1982), é indicativo de movimento de sílica ou então a movimentação de ferro e alumínio e/ou migração de argila respectivamente.

Verificando-se as relações K_i e K_r no horizonte B_2 poder-se-ia considerar o perfil nº 3 como o mais evoluído e o perfil nº 5 como o menos evoluído.

Observando-se a relação K_t no pedon 1, percebe-se entre os horizontes B_{t21} e B_{t22} uma diferença nos valores tal qual já evidenciado no K_i , sugerindo uma possível descontinuidade na sua formação. O mesmo acontece nos solos 2, 3 e 4, sendo que no perfil 2, a distinção entre o horizonte A_p e B_{t11} está ratificado pelas relações areia fina/areia agrossa e areia total/argila total. Por sua vez, nos perfis 3 e 4 o gradiente ocorre entre os horizontes B_{t12} - B_{t21} e B_{i12} - B_{i21} respectivamente, ratificado pela relação areia total/argila total no pedon 4.

Observando-se a relação Al_2O_3 / Fe_2O_3 verifica-se incrementos no horizonte B dos perfis 1 e 2 o que pode estar indicando translocação e acúmulo de alumínio nos solos de maior relação textural.

O mesmo não se verifica nos perfis 4 e 5. Segundo GOMES (1976) esta variação pode ser explicada com base nos produtos de solubilidade. LOUGHNAN (1969)³ citado por GOMES (1976) mostra que entre pH 3 e 4 o hidróxido de alumínio é mais solúvel que o hidróxido de ferro. De acordo com a geologia, os perfis 1, 3 e 4 derivados de granito apresentam comportamentos diferenciados em profundidade: perfil 1 mantém-se praticamente homogêneo e os solos nº 3 e 4 apresentam teores decrescentes em profundidade. VERDADE (1961) verificou que solos derivados

³LOUGHNAN, F.C. Chemical weathering of the silicate minerals. American Elsevier Publishing Company, Inc., New York. 1969. 154p. citado por GOMES, I.A. Oxisols and inceptisols from gneiss in a subtropical area of Espírito Santo State, Brazil. Purdue University, 1976. 115p. Tese de Mestrado.

de granito e micaxistos mantinham a relação constante com a profundidade. O pedon 2 derivado de riódacito apresenta valores crescentes até horizonte Bt_{21} para a partir daí decrescer. Já o pedon 5 originado de biotita-muscovita-xisto, apresenta valores bastante inconstantes.

QUADRO 3 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PER!	! PROF. !	pH !	meq/100g										! P !	! !	! !	!		
FIL!	HOR. !	! (cm) !	! Δ pH !										! ppm !	! VZ !	! AlZ !	! CZ !	! z	
!	!	! H ₂ O !	! KCL !	! Ca ⁺² !	! Mg ⁺² !	! K ⁺ !	! Na ⁺ !	! S !	! Al ⁺³ !	! H ⁺ !	! T !	!	!	!	!	!	!	
!	Ap	0-13	4,8	3,7	1,1	0,1	1,0	0,07	0,04	1,2	1,8	6,2	9,2	2	13	68	1,51	
!	Bt ₁₁	-35	4,6	3,7	0,9	0,1	1,0	0,03	0,03	1,2	1,8	4,0	7,0	1	17	60	0,96	6,7
!	Bt ₁₂	-72	4,6	3,8	0,8	0,16		0,02	0,03	0,7	2,3	4,1	7,1	1	10	77	0,72	6,4
1 !	Bt ₂₁	-110	4,6	3,8	0,8	0,13		0,02	0,03	0,4	2,4	3,4	6,2	3	6	86	0,57	5,5
!	Bt ₂₂	-142	4,6	3,9	0,7	0,13		0,02	0,02	0,3	2,2	3,0	5,5	4	5	88	0,42	5,5
!	Bt ₂₃	-160	4,6	3,9	0,7	0,15		0,02	0,04	0,6	2,3	3,1	6,0	3	10	79	0,42	6,6
!	BtC	-174	4,6	4,0	0,4	0,14		0,02	0,03	0,5	2,3	0,7	6,5	4	8	82	0,46	6,9
!	Ap	0-13	5,4	4,3	1,1	0,11		0,99	0,17	1,3	0,4	0,4	10,1	0	13	24	3,38	
!	Bt ₁₁	-43	4,3	3,8	0,5	0,12		0,36	0,07	0,6	2,3	3,5	6,4	1	9	79	0,78	10,1
!	Bt ₁₂	-65	4,3	3,7	0,6	0,12		0,27	0,05	0,5	2,6	2,8	5,9	1	8	84	0,56	6,6
2 !	Bt ₂₁	-99	3,9	3,7	0,2	0,12		0,16	0,05	0,4	3,4	3,1	6,9	2	6	89	0,52	3,1
!	Bt ₂₂	-161	3,9	3,7	0,2	0,12		0,04	0,10	0,3	3,0	3,0	6,3	3	5	91	0,41	6,5
!	BtC ₁	-206	3,9	3,8	0,1	0,14		0,02	0,08	0,5	2,4	2,1	5,0	3	10	83	0,40	5,2
!	BtC ₂	-278	4,0	3,8	0,2	0,11		0,02	0,05	0,2	2,1	2,6	4,9	4	4	91	0,32	5,6
!	C	380-420	4,0	3,8	0,2	0,12		0,05	0,04	0,3	2,2	1,3	3,8	4	8	88	0,23	5,7
!	Ap	0-13	4,4	3,7	0,7	0,9	1,0	0,15	0,12	2,2	1,8	8,7	12,7	2	17	45	3,03	
!	Bt ₁₁	-39	4,4	3,8	0,6	0,17		0,06	0,08	0,8	1,6	4,9	7,3	1	11	67	1,28	3,0
!	Bt ₁₂	-63	4,4	3,9	0,5	0,15		0,03	0,06	0,6	1,5	3,2	5,3	1	11	71	0,66	4,6
3 !	Bt ₂₁	-122	4,3	3,9	0,4	0,14		0,02	0,05	0,5	1,6	3,2	5,3	1	9	76	0,58	4,3
!	Bt ₂₂	-185	4,3	4,0	0,3	0,15		0,02	0,06	0,6	1,4	3,0	5,0	1	12	70	0,50	3,9
!	Bt ₂₃	-265	4,4	4,1	0,3	0,16		0,02	0,05	0,7	0,9	2,8	4,4	1	16	56	0,27	4,8
!	Ap	0-10	3,7	3,5	0,2	0,5	0,7	0,11	0,11	1,4	3,0	7,0	11,4	2	12	68	2,38	
!	Bi ₁₁	-28	3,9	3,6	0,3	0,17		0,13	0,09	0,9	2,9	5,0	8,8	2	10	76	1,42	5,8
!	Bi ₁₂	-49	3,9	3,6	0,3	0,15		0,06	0,08	0,6	3,2	3,2	7,0	1	9	84	0,81	7,1
4 !	Bi ₂₁	-98	4,0	3,5	0,5	0,15		0,04	0,08	0,6	3,0	2,7	6,3	1	10	83	0,56	7,0
!	Bi ₂₂	-151	4,2	3,4	0,8	0,15		0,03	0,07	0,6	3,2	2,9	6,7	1	9	84	0,50	7,6
!	Bi ₂₃	-179	4,1	3,3	0,8	0,15		0,03	0,06	0,6	3,4	2,7	6,7	1	9	85	0,50	7,1
!	BiC	187-227	4,2	3,3	0,9	0,13		0,03	0,05	0,4	3,0	2,4	5,8	1	7	88	0,33	6,9
!	Ap	0-20	4,2	3,1	1,1	0,18		0,19	0,09	1,1	2,2	5,4	8,7	2	13	67	2,00	
!	Bi ₁	-37	4,4	3,3	1,1	0,11		0,06	0,05	0,2	3,6	2,6	6,4	1	3	95	0,54	11,1
!	Bi ₂₁	-57	4,2	3,4	0,8	0,11		0,06	0,05	0,2	3,5	2,0	5,7	1	4	95	0,46	10,3
5 !	Bi ₂₂	-76	4,1	3,3	0,8	0,15		0,04	0,04	0,6	3,6	1,1	5,3	1	11	86	0,39	10,7
!	BiC	-93	4,5	3,4	1,1	0,12		0,05	0,05	0,3	2,9	1,4	4,6	1	7	91	0,31	13,3
!	C ₁	-100	4,4	3,6	0,8	0,13		0,04	0,04	0,4	2,5	0,8	3,7	1	11	86	0,25	16,0
!	C ₂	-140	4,4	3,6	0,8	0,12		0,05	0,04	0,3	2,6	1,0	3,9	1	8	90	0,21	18,4

z = CTC/100g de argila sem carbono

QUADRO 4 - ANÁLISE QUÍMICA: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2 (%) PROVENIENTES DO ATAQUE SULFÚRICO E RELAÇÕES MOLECULARES $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ki), $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ (Kr), $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ (Kt), $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$.

PER- FIL	HOR.	PROF.	%				Ki	Kr	Kt	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2				
1	Ap	1-13	10,0	9,1	5,6	1,51	1,87	1,34	3,51	2,55
	Bt ₁₁	-35	13,8	12,5	7,7	1,46	1,88	1,35	3,62	2,55
	Bt ₁₂	-72	19,8	18,9	10,3	1,56	1,78	1,32	3,66	2,88
	Bt ₂₁	-110	22,7	21,6	12,3	1,39	1,79	1,31	3,66	2,75
	Bt ₂₂	-142	21,6	17,6	10,9	1,32	2,09	1,50	4,12	2,53
	Bt ₂₃	-160	24,9	19,2	13,1	1,52	2,21	1,54	4,19	2,30
	BTC	-174	25,1	19,8	12,7	1,45	2,16	1,53	4,21	2,44
2	Ap	1-13	15,6	7,5	2,7	0,73	3,54	2,88	8,12	4,35
	Bt ₁₁	-43	16,3	15,7	4,2	0,93	1,77	1,51	4,45	5,87
	Bt ₁₂	-65	18,4	17,8	4,9	0,91	1,76	1,50	4,43	5,70
	Bt ₂₁	-99	22,5	21,0	5,6	0,83	1,82	1,56	4,67	5,88
	Bt ₂₂	-161	22,5	21,8	6,7	0,78	1,72	1,44	4,37	5,21
	BtC ₁	-206	21,4	19,8	5,8	0,83	1,84	1,55	4,61	5,36
	BTC ₂	-278	19,9	19,4	6,1	0,83	1,74	1,45	4,30	9,99
	C	300-420	20,4	21,2	6,2	0,60	1,64	1,38	4,14	5,37
3	Ap	0-13	21,7	14,6	4,6	1,91	2,53	2,11	5,85	4,99
	Bt ₁₁	-39	24,9	18,4	5,7	1,02	2,30	1,92	5,64	5,87
	Bt ₁₂	-63	27,0	18,6	7,1	1,05	2,47	1,98	5,74	4,11
	Bt ₂₁	-122	20,5	20,9	7,0	1,09	1,67	1,37	4,02	4,69
	Bt ₂₂	-185	20,8	22,0	8,9	1,04	1,61	1,28	3,56	3,88
	Bt ₂₃	-265	24,1	21,5	8,2	1,04	1,91	1,53	4,46	4,12
4	Ap	0-10	14,7	12,1	2,7	0,44	2,07	1,81	5,49	7,02
	Bi ₁₁	-28	16,5	14,8	3,3	0,49	1,90	1,66	5,05	7,04
	Bi ₁₂	-49	17,7	16,4	3,7	0,47	1,83	1,60	4,90	6,96
	Bi ₂₁	-98	21,1	18,2	4,8	0,49	1,97	1,69	5,11	5,95
	Bi ₂₂	-151	21,5	19,5	4,9	0,55	1,87	1,62	4,90	6,25
	Bi ₂₃	-179	24,3	20,4	5,7	0,50	2,03	1,72	5,20	5,62
	BiC	187-227	22,6	17,1	4,6	0,41	2,25	1,92	5,82	5,84
5	Ap	0-20	16,6	11,3	3,9	0,65	2,50	2,05	5,96	4,54
	Bi ₁	-37	16,1	10,7	4,4	0,68	2,56	2,03	5,80	3,81
	Bi ₂₁	-57	18,3	14,5	5,1	0,66	2,14	1,75	5,14	4,46
	Bi ₂₂	-76	19,5	15,5	5,9	0,53	2,14	1,72	5,06	4,12
	BiC	-93	21,1	16,7	6,6	0,45	2,15	1,72	5,06	3,97
	C ₁	-100	20,7	16,5	5,4	0,25	2,13	1,76	5,32	4,79
	C ₂	-140	20,8	17,4	5,6	0,16	2,03	1,69	5,11	4,87

5.3.3 Fe, Al e Mn extraído com oxalato de amônio (o), pirofosfato de sódio (p), ditionito-citrato de sódio (d) e digestão total (t)

Oxidos de ferro

O ferro pirofosfato (Fep) ligado preferencialmente a matéria orgânica (MCKEAGUE; DAY, 1966; SCHWERTMANN, 1973), apresenta em todos os pedons uma relação positiva com os teores de carbono, fato este já constatado no Estado do Paraná por SANTOS FILHO (1977); LIMA (1979); SANTOS FILHO; ROCHA (1981b); CHODUR (1990) entre outros. Sua variação é bastante ampla partindo de 38,5 no perfil nº 4 até 118,5 mg/100g no perfil nº 3 (Quadro 5). Observa-se uma queda brusca do horizonte Ap para seu subjacente, verificado principalmente no perfil nº 3. No perfil nº 4, ocorre nos horizontes Bi12 e Bi22, um aumento não acompanhado pelos teores de matéria orgânica.

O ferro oxalato (Feo) que corresponde a ferro com baixa cristalinidade (MCKEAGUE; DAY, 1966), apresenta valores que decrescem com a profundidade acompanhando o comportamento do Fep. Os maiores valores de Feo nos horizontes superficiais evidenciam o efeito da matéria orgânica inibindo a cristalização dos óxidos (SCHWERTMANN et al., 1968).

No horizonte Bi22 do perfil nº 4 percebe-se um incremento expressivo ratificado pelo Fep, o que não ocorre no perfil nº 2, onde se verifica no horizonte Bt22 um aumento mais contrastante não seguido pelo Fep porém pela maior quantidade de argila. O fato de se encontrar os mesmos teores no horizonte Ap e Bi22 no pedon nº 4 pode estar evidenciando uma provável perda em superfície por remoção diferencial,

conforme já discutido. LIMA (1979) sugere a possibilidade de ocorrer migrações destas formas ativas em profundidade em solos com horizonte B argílico.

DEMATTE; HOLOWAYCHUCK (1977b) encontraram decréscimos em profundidade do Feo principalmente em solos com horizonte óxico. Tal fato vem de suporte ao resultado obtido no perfil nº 3 onde se tem uma decréscimo significativo em profundidade, atestando o caráter latossólico.

No perfil nº 1 ocorre um aumento de Feo no horizonte B₂C o que pode estar correlacionado com uma alta taxa de liberação do ferro dos silicatos em pH ácido (BLUME; SCHWERTMANN, 1969).

Com relação ao ferro ditionito (Fed) constituído principalmente de óxidos livres cristalinos e em menor quantidade de amorfos, extraído pelo ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (MEHRA; JACKSON, 1960), verifica-se valores bem maiores que Feo, que por sua vez já era superior ao Fep. Nos perfis nº 2 e 4 os maiores teores encontram-se no horizonte B₂ acompanhando os teores de argila, sendo que possivelmente só não é maior no horizonte A devido as possíveis remoções por erosão. Nos solos nº 1 e 5 o valor máximo ocorre no horizonte BC. No perfil 1 também verifica-se uma relação positiva com os maiores teores de argila.

No perfil nº 3 sua maior expressão é no horizonte Ap o que pode ser devido a uma maior intensidade de intemperismo neste horizonte, fato já relatado por BLUME; SCHWERTMANN (1969); SANTOS FILHO et al. (1982). Em todos os pedons o Fed foi menor que o ferro ataque sulfúrico conforme já observado por MELO et al. (1984); SANTOS (1986); DICK; KAMPF (1988).

Quanto a digestão total, os teores de ferro total (Fet) (JACKSON, 1958), variam de 1250 a 9100 mg/100g. As maiores quantidades encontram-se no perfil nº 1 e os menores no perfil nº 5 provenientes respectivamente de leuco-granito e biotita-muscovita-xisto.

Em todos os perfis, com exceção ao nº 4, verifica-se valores crescentes com a profundidade denotando um possível transporte de ferro do horizonte A para o B conforme evidenciaram REBERTUS; BUOL (1985) ou ainda, retratando o efeito de erosão nos horizontes superficiais. O teor no horizonte C₂ do pedon 5, superior a rocha e ao horizonte suprajacente, pode estar evidenciando a maior presença de biotita em detrimento a muscovita.

A disposição irregular do horizonte C₂ em relação ao C₁ denotaria tal evidência, já que a cor foi a característica distintiva entre os horizontes. Conclui-se portanto, que as formas aqui utilizadas para evidenciar descontinuidade, podem não ser conclusivas quando se trata de rochas xistosas com disposição, forma e inclinações variadas.

Confrontando-se Fet com ferro ataque sulfúrico (FIG. 9 e 10) percebe-se que extraem praticamente as mesmas quantidades com exceção do perfil nº 5 onde o Fet é sempre menor. MELO et al. (1984), trabalhando com Latossolos, verificou que estatisticamente a diferença entre ambos os ataques não eram significativos. Tais resultados sugerem que os perfis 1, 2, 3 e 4 são solos evoluídos, sem a presença de minerais primários na fração terra fina.

BARRETO (1985), comparando os teores totais de ferro ataque sulfúrico e os totais de ferro ataque perclórico +

fluorídrico constatou que nos solos com horizonte B incipiente ocorrem diferenças significativas entre os 2 tratamentos (1 - 3,2%) e menores valores em solos com horizonte B latossólico (0,30 - 0,42%) concluindo que nos solos mais evoluídos não há reservas de minerais primários contendo ferro na sua estrutura.

A menor quantidade de Fet no pedon 5 e parte do solo 4 não é pertinente, uma vez que a presença da ilmenita em todos os pedons e o fato do solo 5 ser pouco desenvolvido justificaria um teor superior ao da fração argila pelo ataque sulfúrico mas não explicaria os maiores teores em ferro em relação ao perclórico. EMBRAPA (1983) menciona que o ataque sulfúrico aplicado a terra fina para obtenção de óxidos é compatível aos determinados diretamente na fração argila excetuando o caso em que se tem solum pouco desenvolvido e presença de ilmenita entre outros. Esta diferença verificada gera a necessidade de pesquisas comparativas principalmente de metodologia entre o ataque perclórico e o sulfúrico em solos jovens.

A relação Feo/Fed é utilizada como uma forma de avaliar o grau de cristalinidade dos óxidos (BLUME; SCHWERTMANN, 1969) e o grau de desenvolvimento dos solos (MCKEAGUE & DAY, 1966; LIMA 1979; SANTOS FILHO 1981; ROCHA 1981; SANTOS FILHO; ROCHA 1981b; WALKER 1983; CHODUR 1990). Os maiores valores sempre estão expressos no horizonte A concordando com os autores acima citados, decrescendo em profundidade atestando o maior grau de cristalinidade do ferro em horizontes subsuperficiais em função da matéria orgânica na superfície. No horizonte C₂ do perfil nº 5, verifica-se a menor relação de todos os

perfis, pressupondo uma rápida cristalização do ferro mesmo em solo pouco evoluído. Baseando-se nesse quociente pode-se supor que há um predomínio de formas de ferro cristalinas nos solos 1, 2, 3, 4 e 5 em subsuperfície com valores dominantemente inferiores a 0,05 (SCHWERTMANN, 1973; KAMPF; DICK, 1984), ficando as formas mais amorfas nos horizontes superficiais.

A relação Fed/Fet utilizada entre outros por KAMPF (1981) para caracterizar a dinâmica do ferro e também utilizada como boa indicadora de desenvolvimento de solos (SANTOS FILHO, 1977; SANTOS FILHO; ROCHA, 1982; REBERTUS; BUOL, 1985) entre outros, apresenta valores que variam de 0,27 a 0,87 respectivamente nos perfis nº 3 e 5 contrariando os demais resultados apresentados até aqui. RAUEN (1980), procedendo a diferença entre o ferro sulfúrico e o ferro ditionito, identificou os menores valores para Brunizem ao invés de encontrar no Latossolo Roxo. WALKER (1983) demonstrou que quando a magnetita está presente, pode conduzir a erros na interpretação de grau de evolução dos solos.

Apesar dos resultados nos perfis 1, 2, 3, 4 demonstrarem tratar-se de solos medianamente desenvolvidos pode ser que ocorra a presença de VHE nestes solos e que esteja ocorrendo a polimerização também do íon Fe ao invés de somente o íon Al.

Neste caso, o ferro estaria sendo computado na leitura da digestão total, abaixando a relação e por conseguinte, tornando a relação imprópria para verificação do grau de evolução dos solos. No perfil 3 nos horizontes Bt₂₂ e Bt₂₃ as relações Fed/Fet de 0,27 e 0,35 podem estar indicando a presença de minerais de argila do tipo 2:1 e/ou

ferro ligado a silicato primário na fração areia grossa, o que concorda com observações morfológicas a campo. O perfil nº 5, pressupõe ser essencialmente caulinitico com excessão do horizonte C₂ onde espera-se o ferro ligado aos silicatos de argila.

A relação Fed/argila total mostra comportamento diferenciados (Quadro 6). Nos perfis 1, 2 e 3 apresentam os valores mais altos em superfície pressupondo uma migração preferencial de argila, no entanto, nada se pode afirmar somente com estes resultados, pois não se sabe se esta argila não foi retirada por erosão diferencial. De forma contrária, o perfil nº 5 demonstra valores crescentes em profundidade, ratificando a não migração de argila no pedon. De outra forma, pode estar atestando uma possível contribuição de minerais micáceos distintos com material mais rico em ferro em subsuperfície do que em superfície, apesar de não estar descartada a possibilidade de ter ocorrido uma pequena remoção por erosão da fração argila no horizonte Ap.

Os valores de Ald quando comparados ao Fed, são bastante inferiores embora o mesmo não aconteça com o Alp e Alo. Quando se confronta os teores totais, percebe-se quantidades muito maiores para Alt, refletindo uma relação Ald/Alt baixa, muito possivelmente em função do alumínio ser componente estrutural de argilo-minerais.

Com excessão do pedon nº 1, os valores de Alp são superiores ao Fep o que sugere uma maior afinidade entre a matéria orgânica e o alumínio. O Alp apresenta-se de forma semelhante ao Fep, indicando sua interação com os compostos orgânicos.

Quanto ao Alo, mostra-se com valores superiores ao Alp em todos os perfis com excessão aos horizontes BiC, C₁ e C₂ no solo nº 5. Suas variações ao longo dos perfis são praticamente acompanhadas pelo Alp nos perfis 1, 2 e 3.

Com referência ao Ald, observa-se comportamento semelhante ao Alp nos perfis 2, 3 e 4 verificando-se sua maior concentração em subsuperfície onde nem sempre encontra-se os maiores teores em argila.

Os valores de Mn o nos perfis 1, 2 e 3 tem o seu máximo no horizonte A e nos perfis 4 e 5 apresenta-se no Bi11 e C respectivamente.

O Mno demonstra um comportamento semelhante ao Mnd, com excessão do perfil 5.

Por sua vez os teores mais elevados em Mnp encontram-se no horizonte Ap, demonstrando também sua afinidade pela matéria orgânica.

Vale destacar a correlação entre o Ald e o Mnd nos perfis 3 e 4 dado o seu comportamento semelhante.

QUADRO 5 - Fe, Al e Mn EXTRAÍDOS PELO DITIONITO, PIROFOSFATO, OXALATO, DIGESTÃO TOTAL E SUAS RE-
LAÇÕES

PERFIL	PROF. (cm)	NITRATO mg/100g			PIROFOSFATO mg/100g			OXALATO mg/100g		
		Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn	Fe	Al	Mn
1	Ap 0-13	2500	514	12,4	59,8	112,5	2,50	260,0	123,5	6,85
	Bt ₁₁ -35	3040	503	5,7	30,8	77,5	0,95	225,0	109,5	2,20
	Bt ₁₂ -72	2820	377	4,9	15,5	76,0	0,70	151,2	139,5	1,50
	Bt ₂₁ -110	3200	325	4,3	9,4	74,0	0,85	121,2	135,5	0,90
	Bt ₂₂ -142	3390	309	4,0	7,5	69,0	0,90	110,0	122,0	0,40
	Bt ₂₃ -160	3490	282	4,6	6,4	67,5	1,00	93,7	124,0	0,30
	BtC -174	3610	300	4,7	8,6	81,5	1,05	125,0	151,0	1,00
2	Ap 0-13	1350	230	5,4	112,0	68,0	2,90	231,2	97,5	3,70
	Bt ₁₁ -43	1730	300	2,2	30,7	59,0	1,45	106,2	92,0	0,35
	Bt ₁₂ -65	1940	330	2,5	12,7	50,0	1,25	73,7	86,0	1,00
	Bt ₂₁ -98	2070	341	2,5	6,0	56,0	1,45	81,2	105,5	0,30
	Bt ₂₂ -161	2050	479	1,9	6,9	82,0	1,45	161,2	131,5	0,20
	BtC ₁ -206	1600	287	2,3	2,0	51,0	1,45	57,5	96,5	0,35
	BtC ₂ -278	1910	343	2,6	1,5	49,0	1,50	56,2	89,5	0,30
C 380-420	1730	267	3,5	3,6	40,5	1,60	30,0	65,5	1,15	
3	Ap 0-13	2930	337	5,4	118,5	132,0	2,25	395,0	179,5	2,50
	Bt ₁₁ -39	1680	287	2,7	4,4	51,0	1,70	131,2	111,5	0,25
	Bt ₁₂ -63	1920	358	1,5	7,8	65,0	1,65	75,0	129,5	0,15
	Bt ₂₁ -122	2030	442	2,7	3,8	61,0	1,65	75,0	129,5	0,75
	Bt ₂₂ -185	1490	259	1,4	3,6	39,5	1,70	57,5	117,5	0,15
	Bt ₂₃ -265	2180	423	2,2	3,4	42,0	0,30	73,7	120,0	0,20
4	Ap 0-10	1220	339	2,9	38,5	79,5	0,65	116,2	111,5	0,95
	Bi ₁₁ -28	1480	400	7,1	5,5	59,0	0,40	92,5	125,5	2,15
	Bi ₁₂ -49	1320	354	2,8	16,6	67,0	0,50	100,0	126,5	0,65
	Bi ₂₁ -98	1830	477	6,1	7,5	61,0	0,60	85,0	141,0	1,70
	Bi ₂₂ -151	1490	317	2,6	35,7	72,0	1,10	116,2	110,5	1,05
	Bi ₂₃ -179	1450	345	1,4	3,8	58,0	0,70	65,0	132,5	0,35
	BiC 187-227	1230	352	1,0	5,3	48,0	0,75	61,2	116,5	0,15
5	Ap 0-20	1020	3,7	155	39,2	49,5	1,70	392,5	59,0	2,80
	Bi ₁ -37	1130	1,8	176	22,3	39,5	1,00	211,2	62,5	0,20
	Bi ₂₁ -57	1540	2,1	231	9,7	52,5	0,45	100,0	61,0	0,10
	Bi ₂₂ -76	1920	3,7	276	9,0	54,0	0,45	92,5	60,0	0,10
	BiC -93	2210	4,4	284	4,0	49,5	0,50	38,7	47,5	0,10
	C ₁ -100	1650	3,2	205	4,0	45,5	0,50	33,7	45,0	0,10
	C ₂ -140	1650	6,3	175	2,5	42,5	0,55	15,0	33,5	0,20

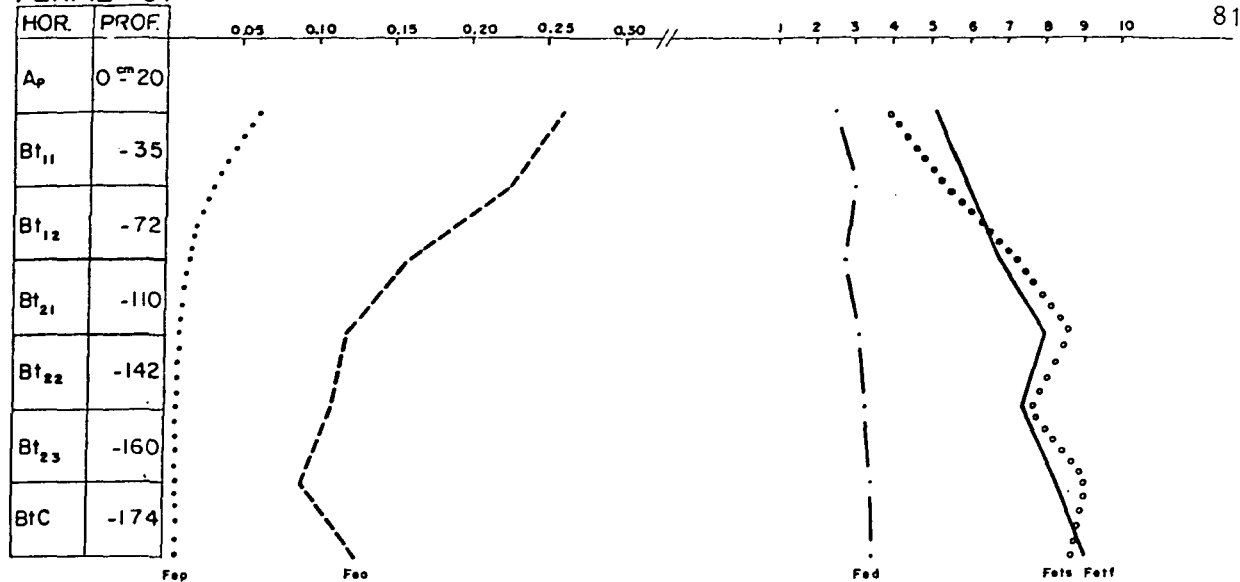
continua

QUADRO 5 - Fe, Al e Mn EXTRAÍDOS PELO DITIONITO, PIROFOSFATO, OXALATO, DIGESTÃO TOTAL E SUAS RELAÇÕES

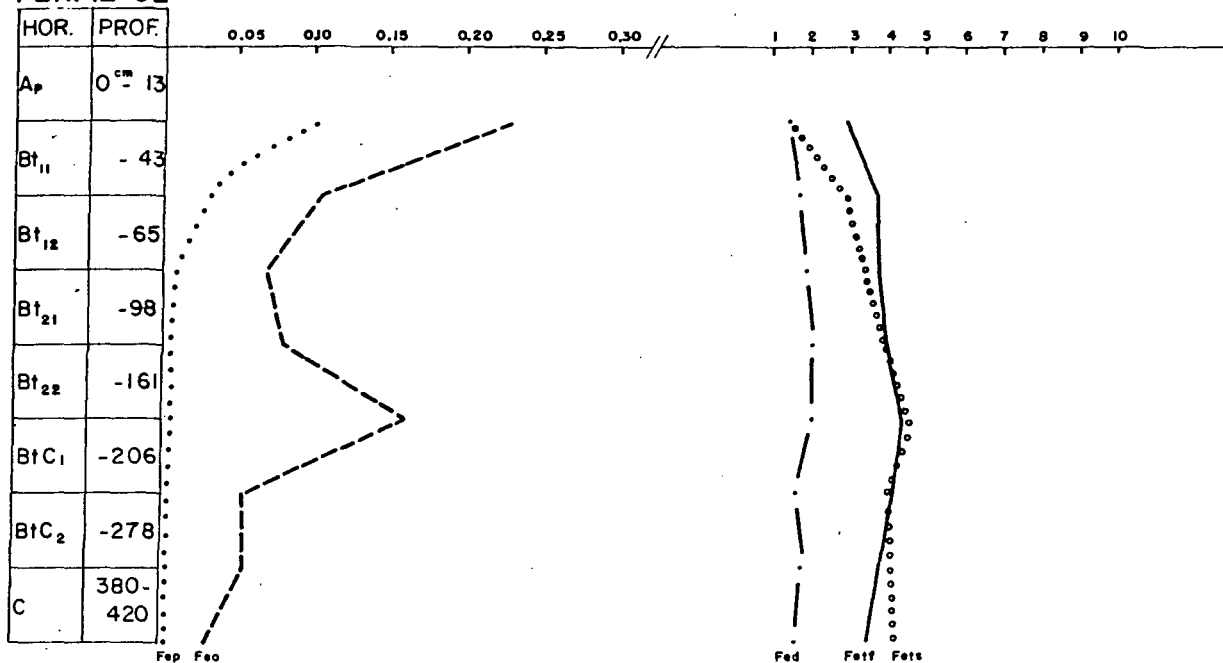
continuação

PER!	!PROF.	!DIGESTÃO TOTAL	!OXALATO/DITIONITO	!DIGESTÃO TOTAL	!OXALATO/DITIONITO	!DIGESTÃO TOTAL	!OXALATO/DITIONITO	!DIGESTÃO TOTAL	!OXALATO/DITIONITO	!DIGESTÃO TOTAL	!OXALATO/DITIONITO																						
FIL!	HOR. ! (cm)	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !	! Fe ! Al ! Mn !																						
1	! Ap 0-13	5100 6450 113	0,10 0,24 0,55	0,49 0,07 0,109	! Bt ₁₁ -35	6000 8500 105	0,07 0,21 0,38	0,50 0,05 0,054	! Bt ₁₂ -72	6850 11350 81	0,05 0,37 0,31	0,41 0,03 0,060	! Bt ₂₁ -110	8000 12450 61	0,03 0,41 0,20	0,40 0,02 0,070	! Bt ₂₂ -142	7450 11500 74	0,03 0,39 0,10	0,45 0,02 0,054	! Bt ₂₃ -160	8350 12350 72	0,02 0,43 0,06	0,41 0,02 0,063	! BtC	-174	9100 12300 70	0,03 0,50 0,21	0,39 0,02 0,067				
2	! Ap 0-13	2950 5600 46	0,17 0,42 0,68	0,45 0,04 0,117	! Bt ₁₁ -43	3700 9200 30	0,06 0,30 0,06	0,46 0,03 0,073	! Bt ₁₂ -65	3650 10800 22	0,03 0,26 0,40	0,53 0,03 0,113	! Bt ₂₁ -98	4000 13100 22	0,03 0,30 0,12	0,51 0,02 0,113	! Bt ₂₂ -161	4450 13000 17	0,07 0,27 0,10	0,46 0,03 0,111	! BtC ₁ -206	4200 12950 20	0,03 0,33 0,15	0,38 0,02 0,115	! BtC ₂ -278	3900 12950 21	0,02 0,26 0,11	0,48 0,02 0,123	! C	380-420	3600 14300 14	0,01 0,24 0,32	0,48 0,01 0,250
3	! Ap 0-13	3500 10500 20	0,13 0,53 0,46	0,83 0,03 0,270	! Bt ₁₁ -39	4100 12900 18	0,07 0,38 0,09	0,49 0,02 0,150	! Bt ₁₂ -63	4500 13100 17	0,03 0,36 0,10	0,42 0,02 0,080	! Bt ₂₁ -122	5050 13900 15	0,03 0,29 0,27	0,40 0,03 0,180	! Bt ₂₂ -185	5450 14950 14	0,03 0,45 0,10	0,27 0,01 0,100	! Bt ₂₃ -265	6200 14800 15	0,03 0,28 0,09	0,35 0,02 0,146									
4	! Ap 0-10	2400 8100 12	0,09 0,32 0,32	0,50 0,04 0,241	! Bi ₁₁ -28	3500 11850 18	0,06 0,31 0,30	0,42 0,03 0,394	! Bi ₁₂ -49	2050 10050 15	0,07 0,35 0,23	0,64 0,03 0,186	! Bi ₂₁ -98	2250 11700 17	0,04 0,29 0,27	0,81 0,04 0,358	! Bi ₂₂ -151	1950 9250 15	0,07 0,34 0,40	0,76 0,03 0,173	! Bi ₂₃ -179	2450 12600 10	0,04 0,38 0,25	0,59 0,02 0,140	! BiC	187-227	2400 10950 9	0,04 0,33 0,15	0,51 0,03 0,111				
5	! Ap 0-20	1250 6300 25	0,38 0,38 0,75	0,81 0,02 0,148	! Bi ₁ -37	1500 6600 24	0,18 0,35 0,11	0,75 0,02 0,075	! Bi ₂₁ -57	1650 7650 21	0,06 0,26 0,04	0,84 0,03 0,100	! Bi ₂₂ -76	2250 8650 17	0,04 0,21 0,02	0,85 0,03 0,217	! BiC	-93	2750 9350 16	0,01 0,16 0,02	0,80 0,03 0,275	! C ₁ -100	2400 9950 9	0,02 0,21 0,03	0,87 0,02 0,355	! C ₂ -140	3250 9750 14	0,00 0,22 0,03	0,50 0,01 0,450				

PERFIL - 01



PERFIL-02



PERFIL-03

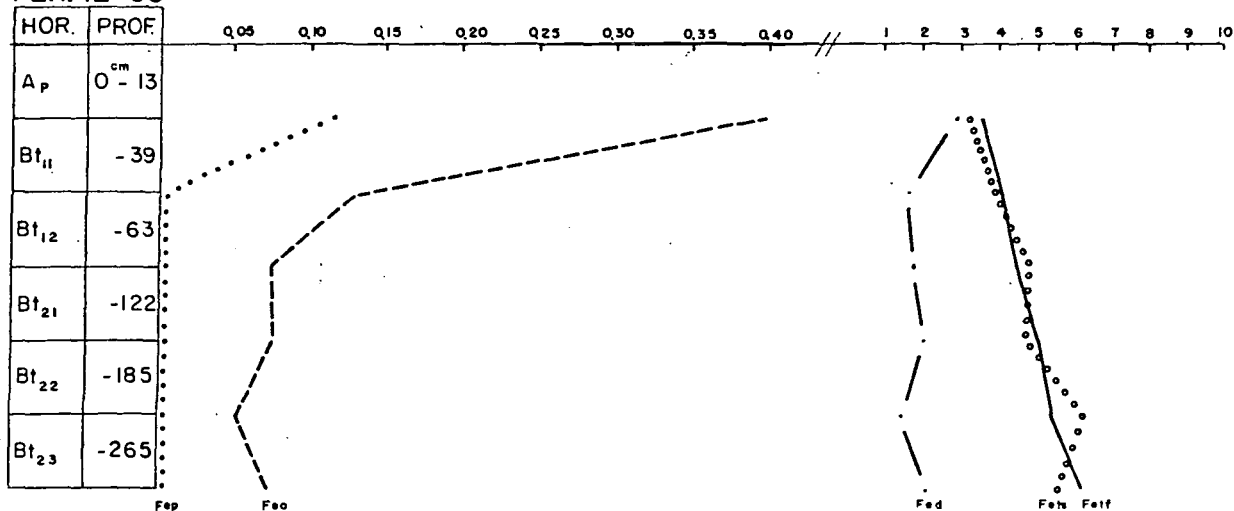
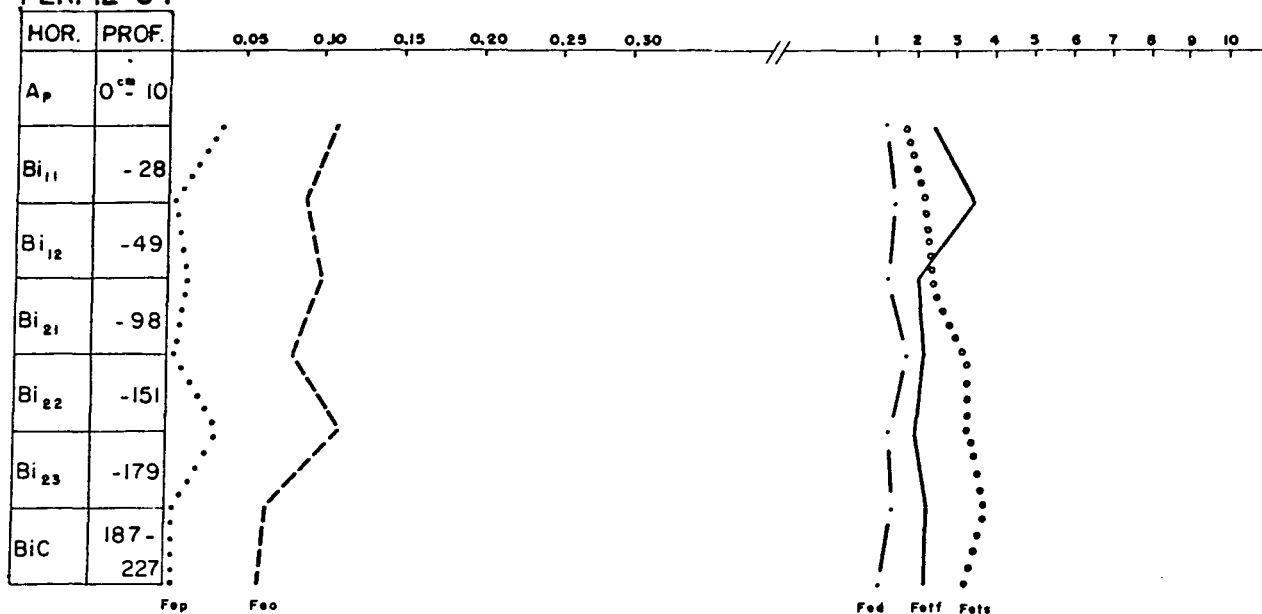
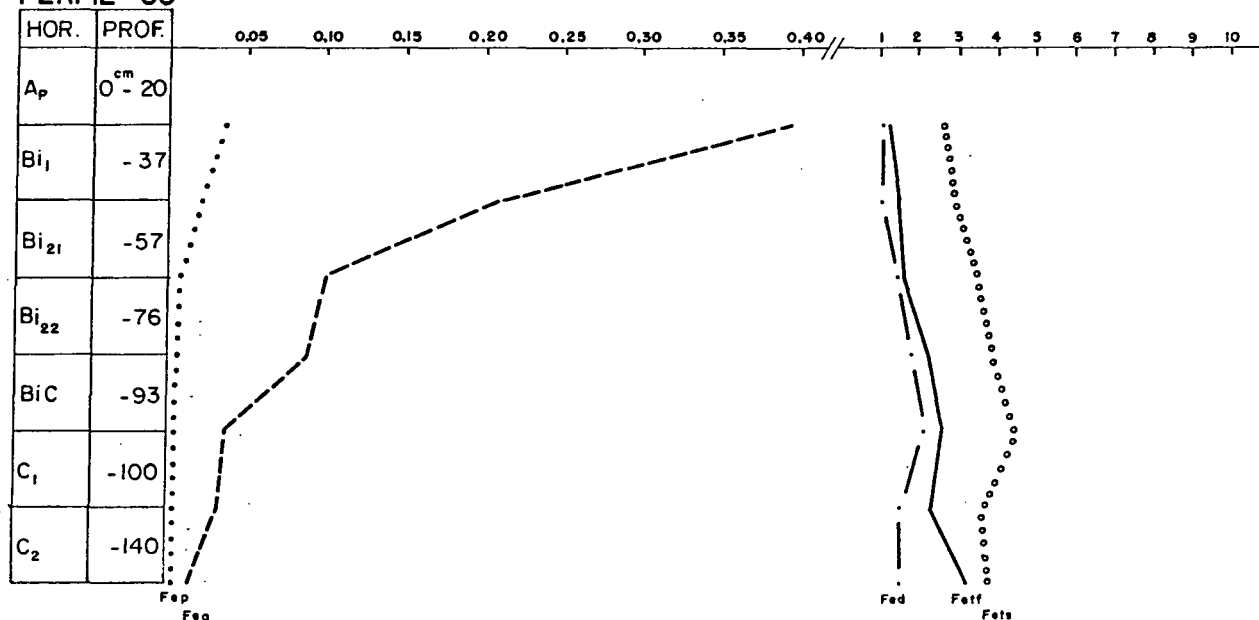


FIGURA 9. DISTRIBUIÇÃO DO Feo, Fep, Fed, Fets (SULFÚRICO) E Fetsf (PERCLÓRICO) (CONTINUA)

PERFIL-04

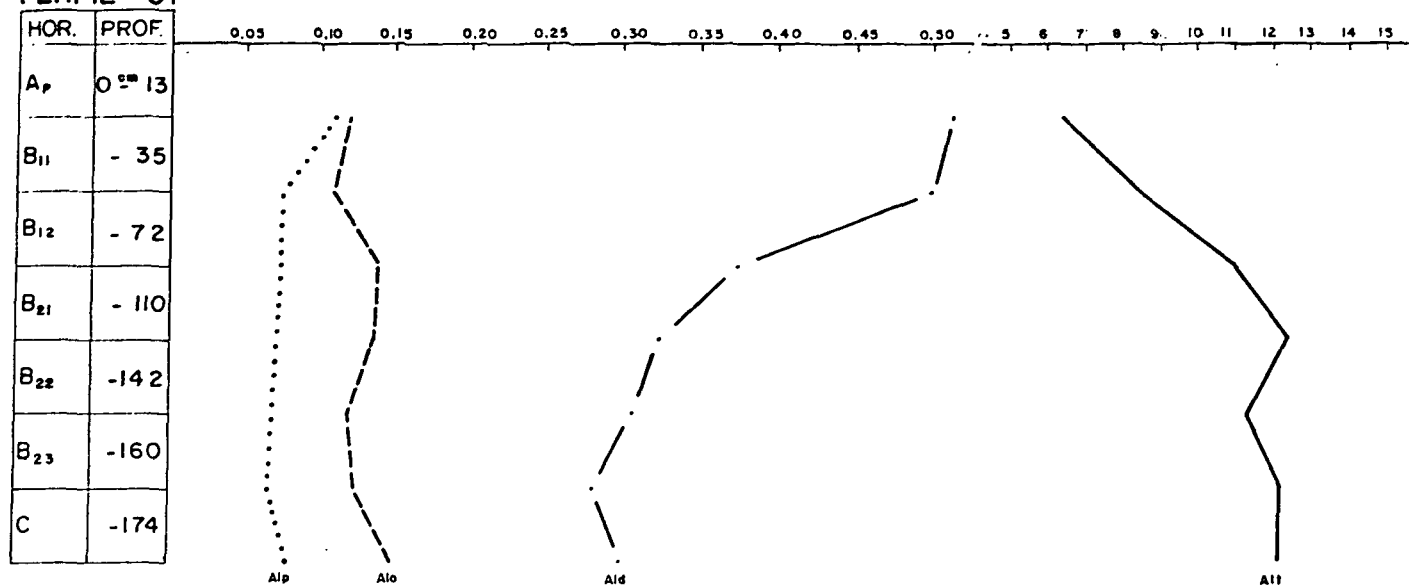


PERFIL-05

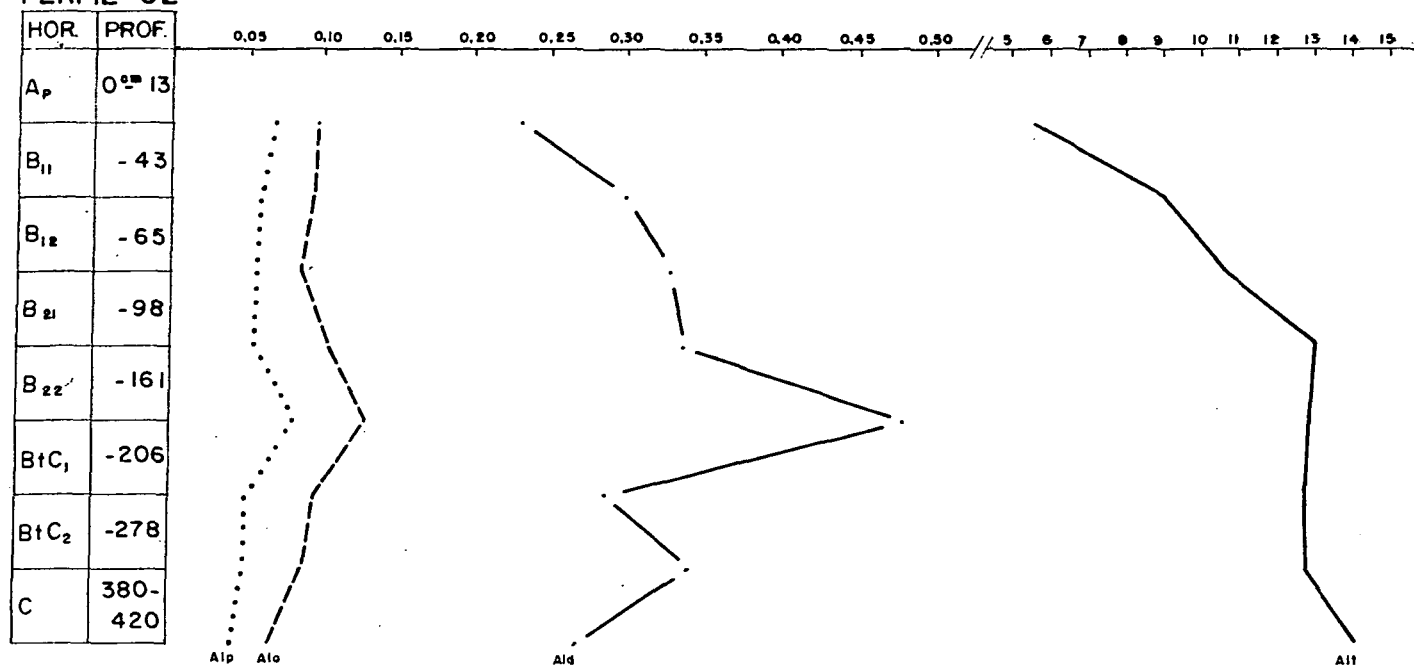


(CONTINUAÇÃO) FIGURA 9. DISTRIBUIÇÃO DO Feo, Fep, Fed, Fets (SULFÚRICO) E Fetp (PERCLÓRICO)

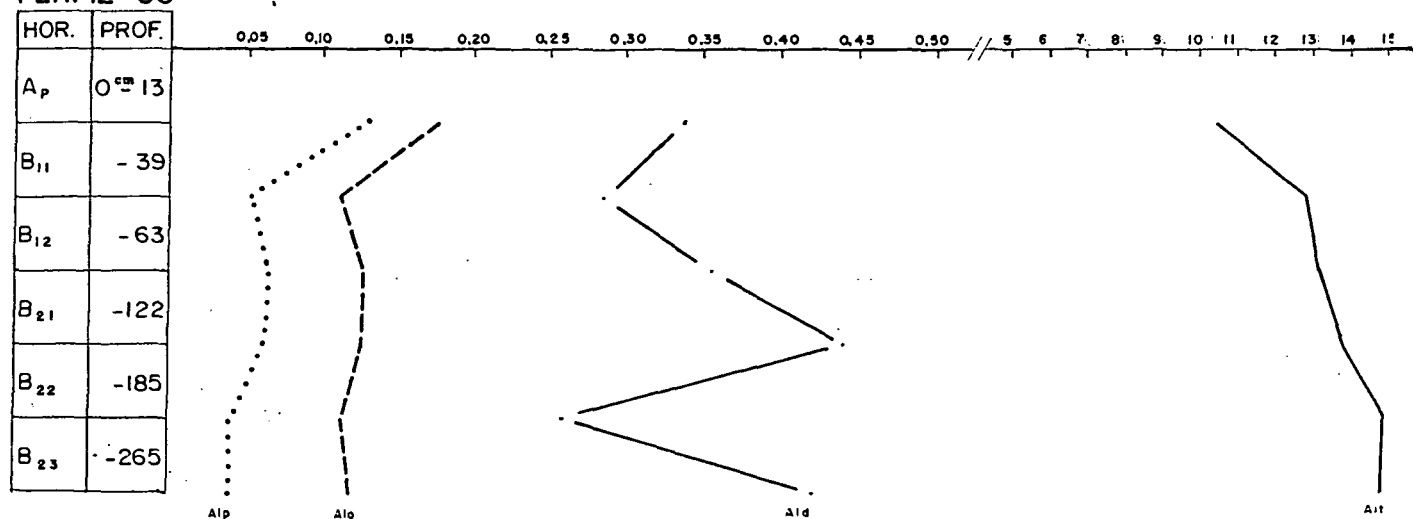
PERFIL - 01



PERFIL - 02

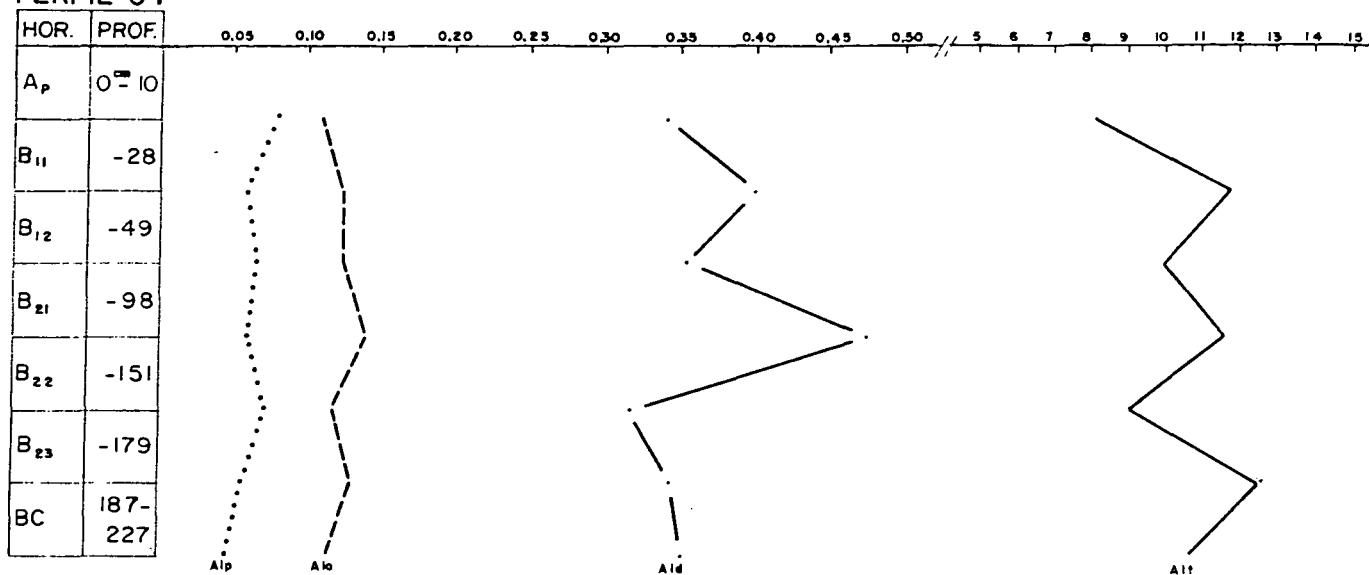


PERFIL - 03

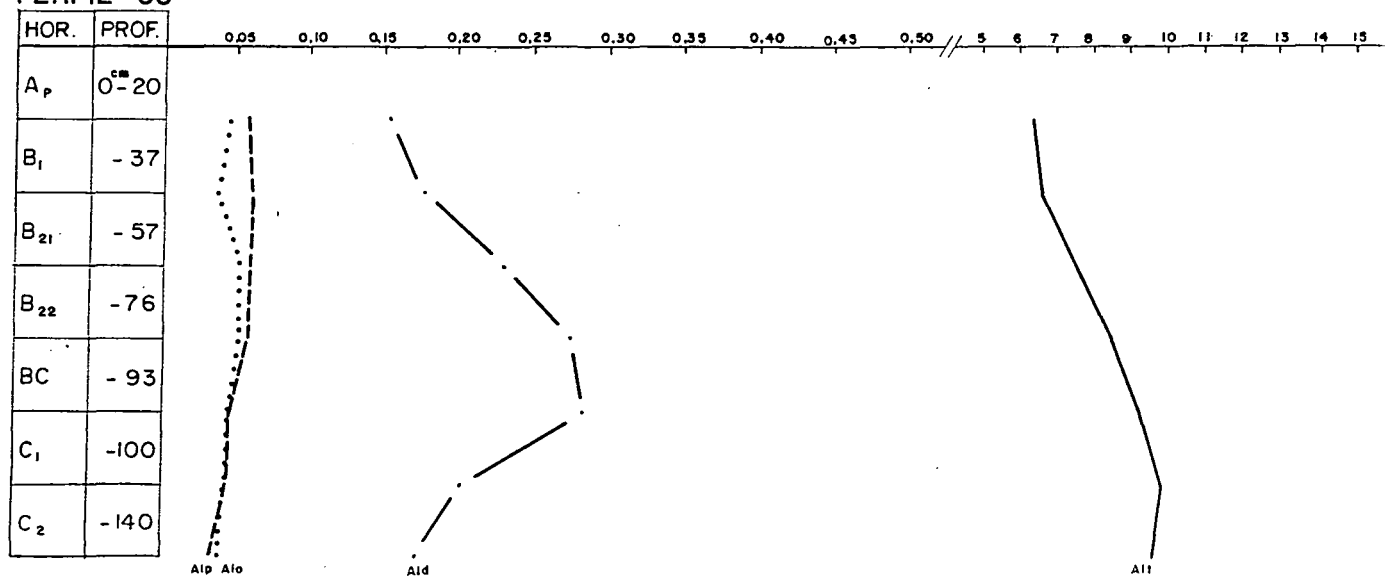


FIFURA 10. DSITRIBUIÇÃO DO Alo, Alp, Ald, Alt (PERCLÓRICO) (CONTINUA)

PERFIL-04

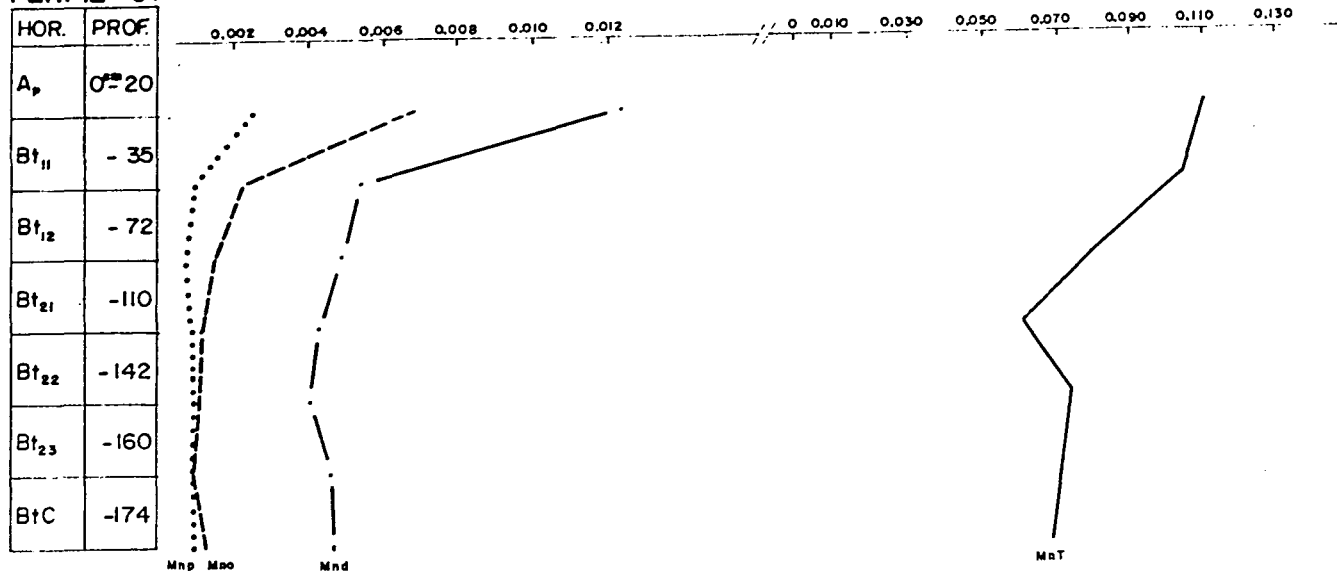


PERFIL-05

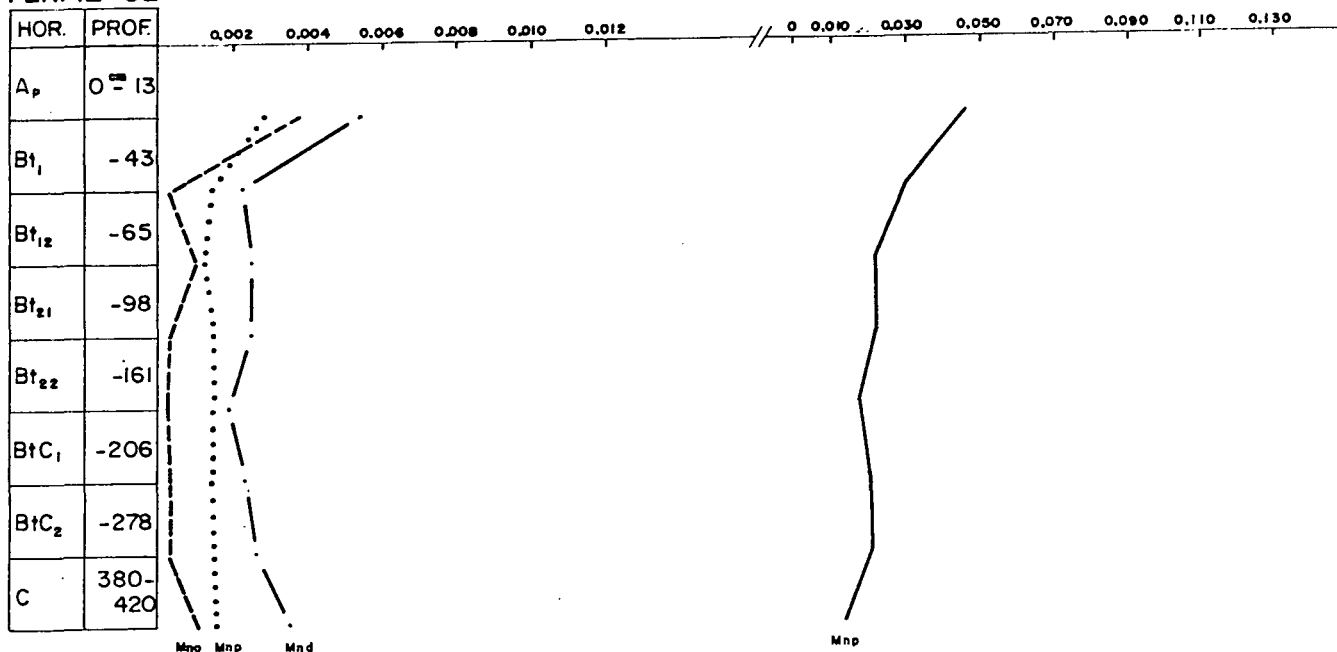


(CONTINUAÇÃO) FIGURA 10. DISTRIBUIÇÃO DO Al, Alp, Alo, Ald, Alt (PERCLÓRICO)

PERFIL-01



PERFIL-02



PERFIL-03

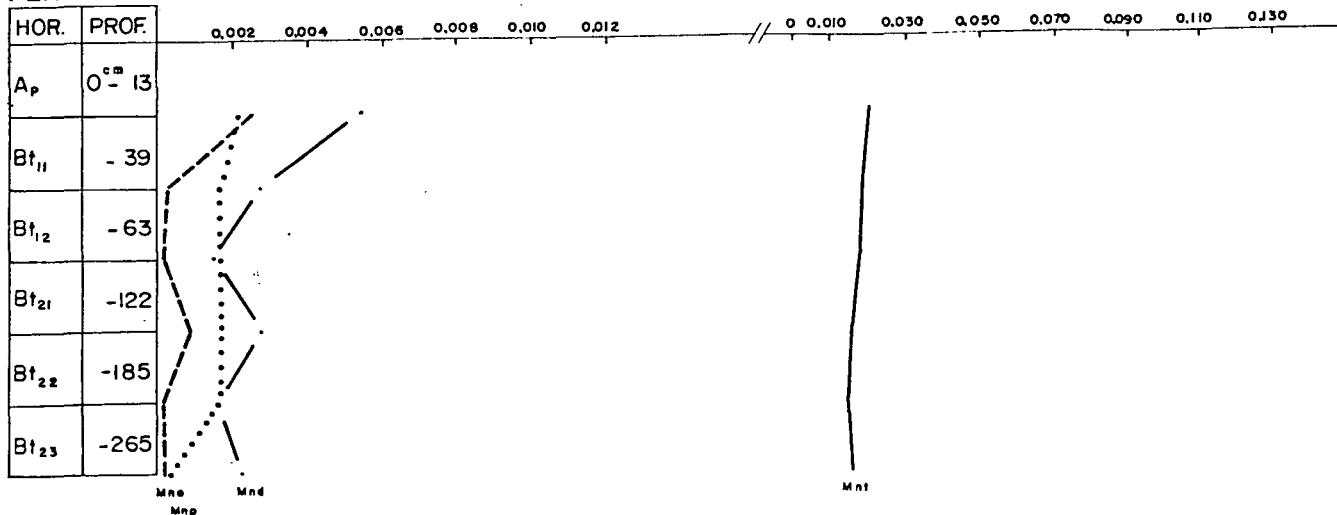
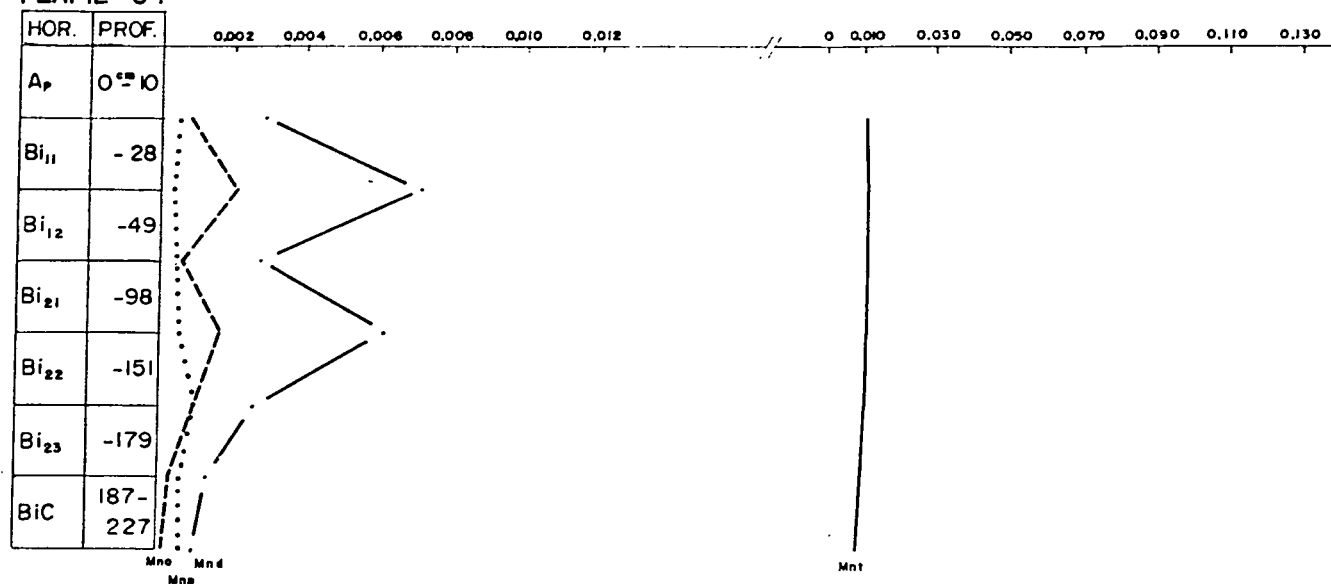
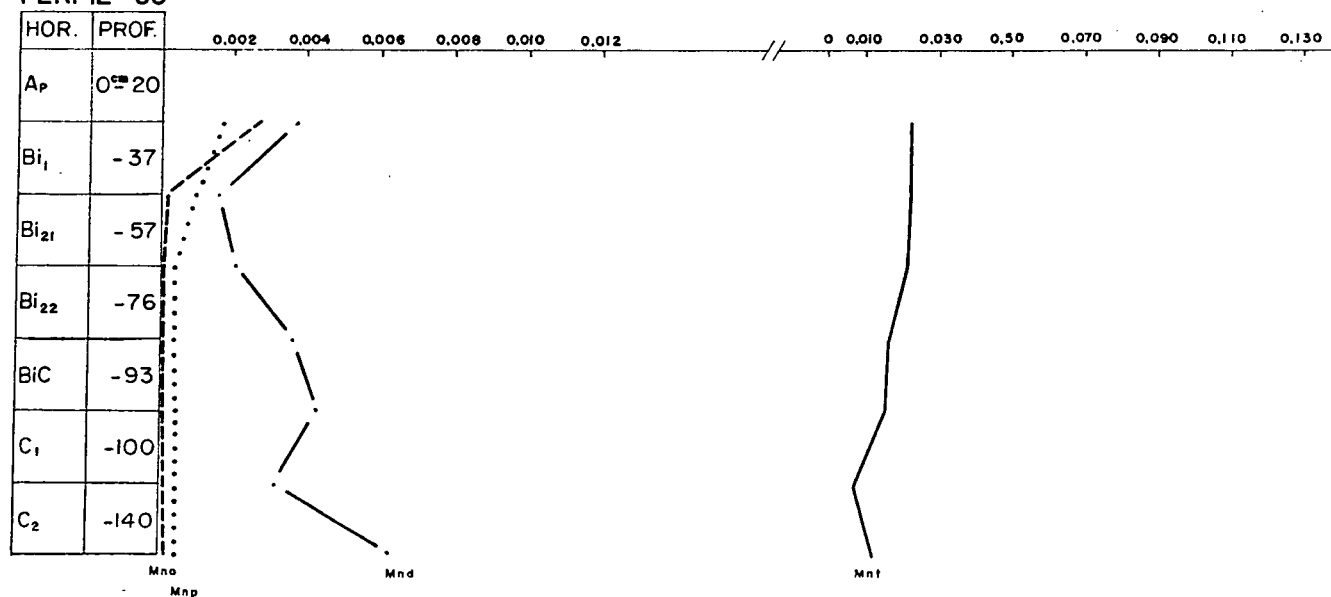


FIGURA 11. DISTRIBUIÇÃO DO Mno, Mnp, Mnd e Mnt (PERCLÓRICO) (CONTINUA)

PERFIL - 04



PERFIL - 05



(CONTINUAÇÃO) FIGURA 11. DISTRIBUIÇÃO DO Mno, Mnp, Mnd e Mnt (PERCLÓRICO)

QUADRO 6 - RELAÇÃO Fe₂O₃ DITIONITO/ARGILA TOTAL

PERFIL 1		!	PERFIL 2		!	PERFIL 3		!	PERFIL 4		!	PERFIL 5	
Hor. ! Fe ₂ O ₃ d/Arg!			Hor. ! Fe ₂ O ₃ d/Arg!			Hor. ! Fe ₂ O ₃ d/Arg!			Hor. ! Fe ₂ O ₃ d/Arg!			Hor. ! Fe ₂ O ₃ d/Arg!	
Ap	0,119	!	Ap	0,077	!	Ap	0,107	!	Ap	0,049	!	Ap	0,050
Bt11	0,198	!	Bt11	0,052	!	Bt11	0,048	!	Bi11	0,051	!	Bi1	0,046
Bt12	0,067	!	Bt12	0,054	!	Bt12	0,046	!	Bi12	0,040	!	Bi21	0,062
Bt21	0,069	!	Bt21	0,046	!	Bt21	0,046	!	Bi21	0,048	!	Bi22	0,083
Bt22	0,082	!	Bt22	0,043	!	Bt22	0,030	!	Bi22	0,036	!	BiC	0,131
Bt23	0,080	!	Bt23	0,037	!	Bt23	0,047	!	Bi23	0,033	!	C1	0,147
BtC	0,080	!	BtC2	0,044	!			!	BiC	0,028	!	C2	0,147
		!	C	0,051	!			!			!		

5.3.2 Digestão Total (t) - Elementos Totais

Ferro

Pode-se observar nos solos 1, 2, 3, 4 e 5 o acúmulo no horizonte B, sendo que nos pedons 2 e 3, com horizonte B textural, ocorre uma diferença acentuada entre este horizonte e a rocha (Figuras 12, 13, 14 e 16). Para este estudo, verifica-se uma relação positiva existente no perfil 1 entre os teores na rocha e no horizonte Bt, embora esta concentração no horizonte B seja pouco explícita gerando a expectativa de um Bt menos desenvolvido que os pedons 2 e 3. Comparando-se os perfis 3 e 5 verifica-se que os teores na rocha são praticamente os mesmos, mas no solo a concentração é muito superior no perfil 3, expressando pelo menos em parte, o acúmulo do ferro em solos mais desenvolvidos, situação esta bastante comum no Brasil segundo MELFI et al. (1979).

O perfil nº 4, apresenta teores no horizonte Bt superiores aos encontrados na rocha (Figura 15). De qualquer

maneira, no momento da descrição do perfil, achou-se estranho o fato de um solo aparentemente desenvolvido e por isso o caráter latossólico, pudesse estar em contato litico. Esta evidência, naquele momento, gerou a suspeita também de um possível recobrimento de natureza granítica porém pré-intemperizado.

Outro fator que concorre para a suposição de uma gênese ligada a processos de coluvionamento é a ocorrência de grande quantidade de matacões graníticos na pendente um pouco abaixo de onde situa-se o perfil, cerca de 30m. VERDADE (1961) através da análise de elementos totais identificou descontinuidade litológica em solos tidos como provenientes de arenitos.

Quanto ao perfil 5, a presença de pequeno acúmulo no horizonte B₁₂₂ em relação a rocha, concorda com seu horizonte diagnóstico B incipiente. Neste perfil, o menos desenvolvido geneticamente, encontra-se baixos teores no solo e na rocha ao passo que no perfil nº 3 esta afirmação não é pertinente já que encontra-se teores contrastantes entre o horizonte B e a rocha. Portanto, o solo mais profundo, pressupostamente o mais desenvolvido, é o solo com maior teor relativo acumulado.

Nos horizontes superficiais, observa-se os menores valores em relação ao horizonte subsuperficial, nos solos 1, 2, 3 e 5, apesar deste último ser pequena a diferença, sugerindo alguma translocação em profundidade ou ainda ocorrer a remoção por erosão.

Alumínio

Apresenta os maiores valores no horizonte B com excessão do perfil 5 onde é pouco inferior a rocha. Os maiores

valores no horizonte B atestam sua pouca mobilidade no solo o que concorda com CERRI (1975). Deve-se ressaltar os teores semelhantes em todas as rochas. CERRI (1975) evidencia teores em Al_2O_3 bastante diferenciados dentro do mesmo perfil. O horizonte Ap em todos os perfis demonstra quantidades menores do que no horizonte B, sendo que a diferença é mais marcante nos solos com horizonte B textural. A maior quantidade de alumínio total no horizonte B encontra-se no perfil nº 3, justamente no horizonte mais argiloso, entretanto o mesmo não se verifica para o ferro.

O menor teor em alumínio no horizonte B ocorre no solo mais jovem (P-5).

Manganês

O comportamento do manganês não apresenta consistência quanto ao local de acúmulo no solo. VALADARES; CAMARGO (1983) também encontraram comportamentos distintos para o elemento embora o mais comum seja a diminuição dos teores em profundidade.

O perfil nº 1 apresenta os maiores teores na rocha os quais possivelmente justificam os maiores valores no solo. Por sua vez o perfil nº 2, o qual concentra os maiores teores em carbono no horizonte Ap, demonstra uma quantidade expressiva neste elemento, principalmente se for considerada a pobreza da rocha.

Também nos perfis 3 e 5, quantidades um pouco superiores no horizonte Ap demonstram a afinidade do manganês com a matéria orgânica, concordando com VALADARES; CAMARGO (1983).

Cobre

Quanto aos valores de cobre, com exceção do pedon nº 2 e 5, verifica-se as menores quantidades no horizonte Ap em relação ao horizonte B.

Chama a atenção os teores iguais ao horizonte superficial nos solos 1, 3 e 4 embora os valores nas rochas sejam diferentes.

O maior teor no horizonte Ap encontra-se no perfil nº 2, fato este possivelmente justificado pela posição deste solo na paisagem, em terço inferior da encosta. Sua maior concentração, com exceção do solo nº 2, no horizonte B, estabelece correlação com a argila, embora nem sempre os maiores teores no solo correspondam aos horizontes mais argilosos. VALADARES (1975) constatou em solos com horizonte Bt, acréscimos em relação ao horizonte A enquanto que, em solos com B latossólico os valores são praticamente constantes, caracterizando a influência dos teores de argila na concentração do elemento. Os teores equitativos entre a rocha e o horizonte B nos perfis 3 e 5 até sua concentração no horizonte B₁₂₂ no perfil 4, comprovam sua baixa mobilidade (KORTE et al., 1976; CAMARGO, 1988).

Em geral, pode-se dizer que os maiores teores no horizonte B corresponde a elevados teores, para este trabalho, na rocha demonstrando a importância do material parental na concentração do elemento no solo, o que vem de encontro a constatação de VALADARES (1975); SANTOS FILHO; ROCHA (1982).

Zinco

Quanto ao zinco os teores no solo foram menores ou iguais ao da rocha, contrariando observações de VALADARES

(1975); KRONBERG et al. (1976). Nos solos 2 e 3 verifica-se um decréscimo no teor do horizonte Ap para o Bt₂₂ fenômeno já evidenciado por VALADARES (1975): teores homogêneos nos solos 4 e 5 e crescentes no perfil nº 1. Os maiores teores no solo 1 provavelmente estejam relacionados com a maior riqueza no material de origem o que concorda com VALADARES (1975); SANTOS FILHO (1983).

No pedon 2, observa-se que além do horizonte A apresentar maiores quantidades do que no B, ocorre uma diferença um pouco maior que no pedon 3. Tal comportamento correlaciona-se com os maiores teores de areia do horizonte A, sugerindo a possibilidade de se encontrar magnetita ou ilmenita, minerais estes ricos em zinco (VALADARES, 1975).

De uma forma global, pode-se obter em ordem de teor decrescente nos solos; alumínio, ferro, manganês, zinco, cobre concordando parcialmente com VERDADE (1961).

Magnésio - Potássio - Cálcio - Fósforo

Em geral, os valores de magnésio, potássio, cálcio e fósforo no solo em relação a rocha são baixos, atestando o avançado grau de lixiviação destes. De outra forma, no caso do magnésio, valores baixos nas rochas como nos perfis 2 e 4 e superiores no solo, indicam de sua possível presença ligados a minerais de argila ou mesmo a algum silicato primário; neste caso atestando um menor grau de desenvolvimento genético do solo. No perfil 5, os altos teores de potássio e magnésio correlacionam-se perfeitamente com o material parental biotita-muscovita-xisto.

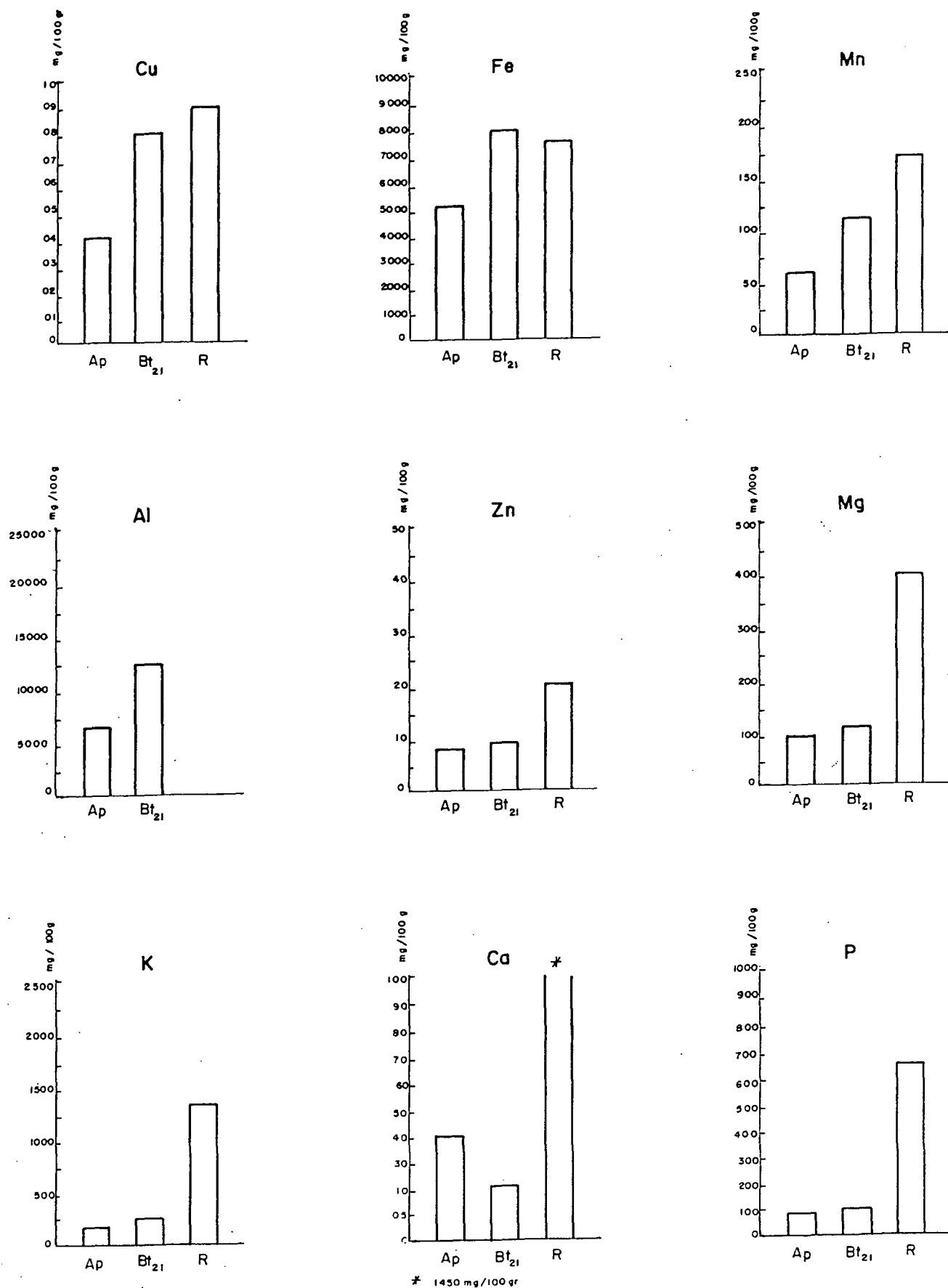


FIGURA 12. DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bt₂₁ E ROCHA (R) PERFIL 1

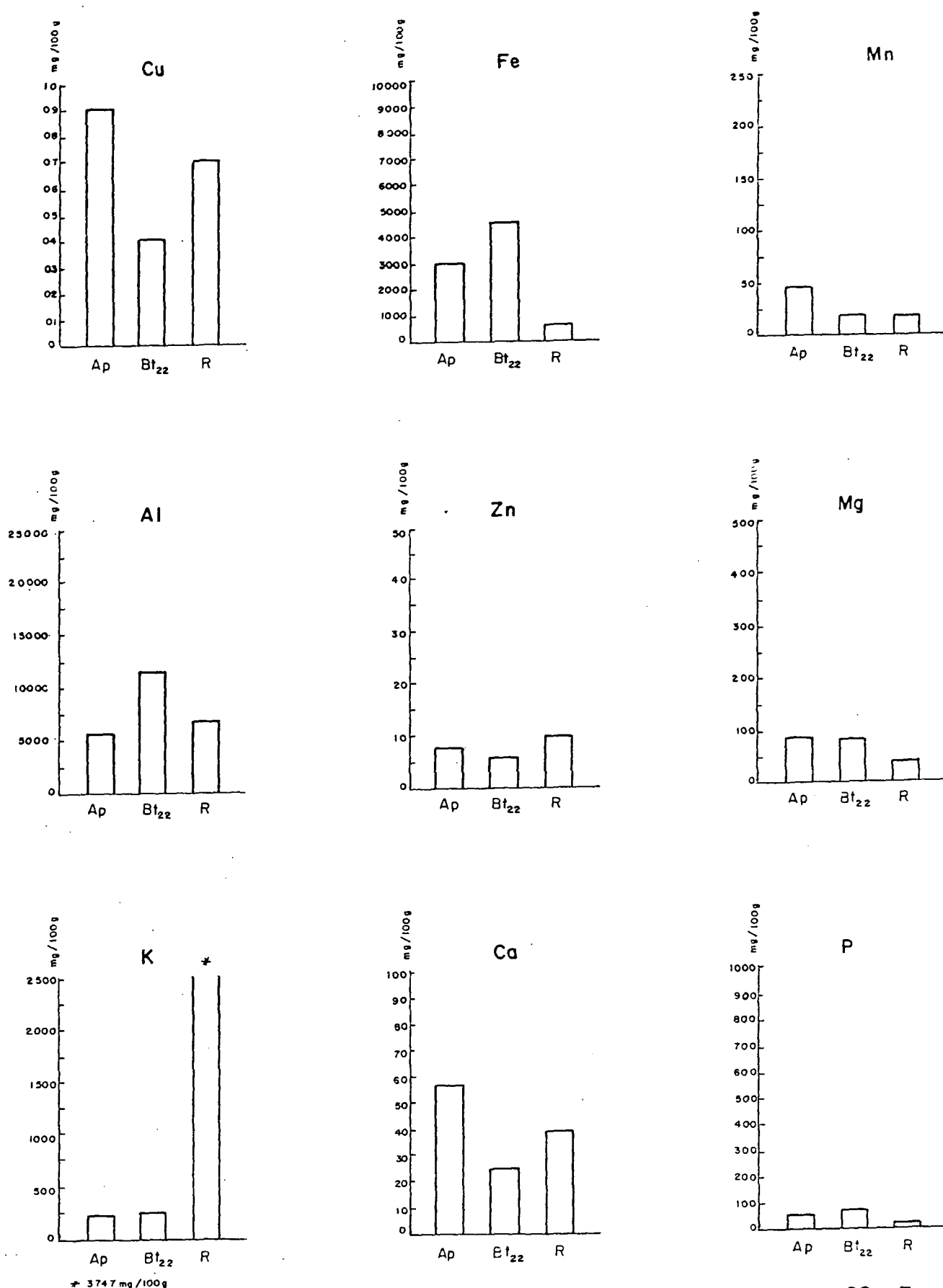


FIGURA 13. DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bt₂₂ E ROCHA (R) PERFIL 2

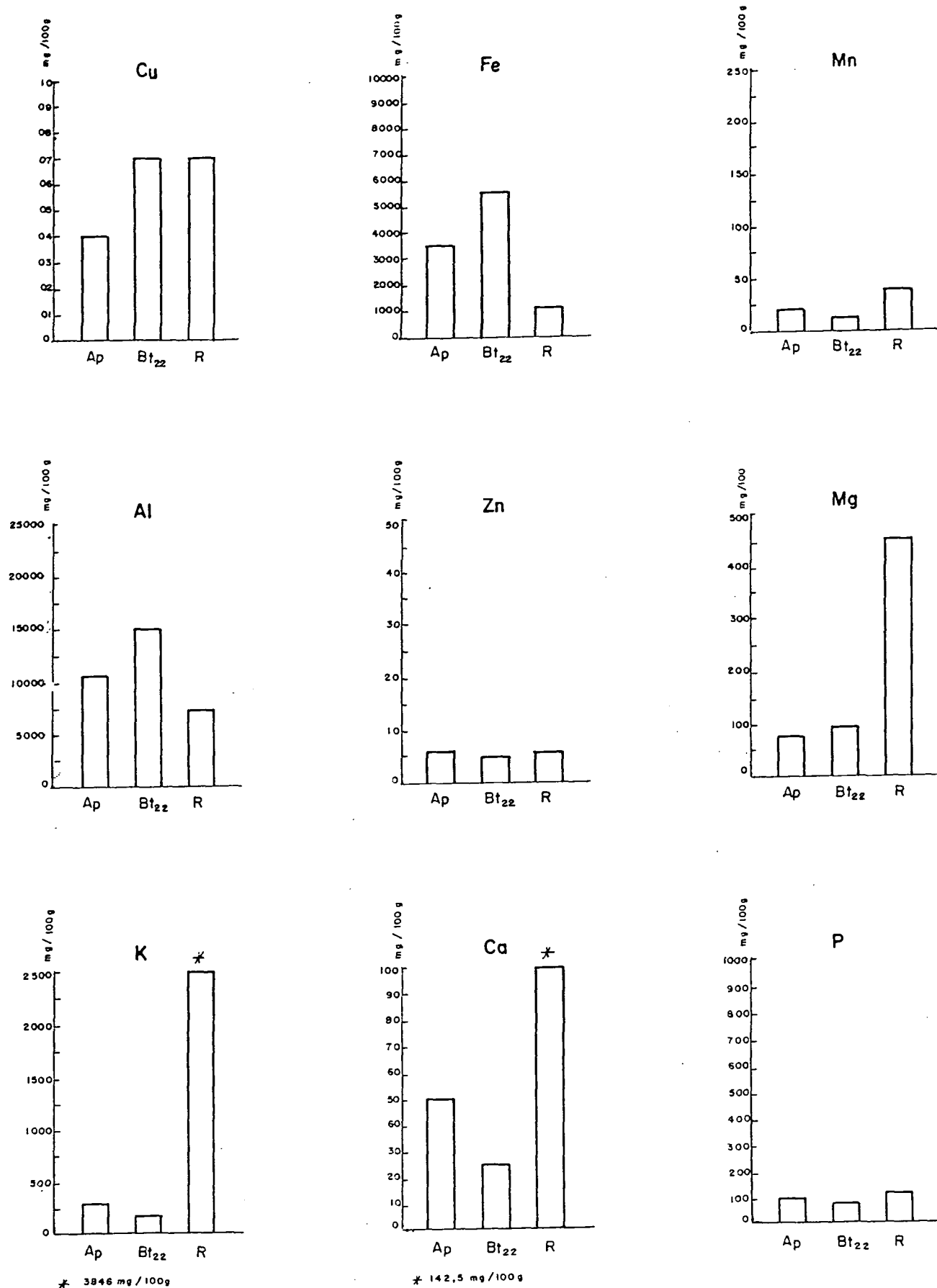
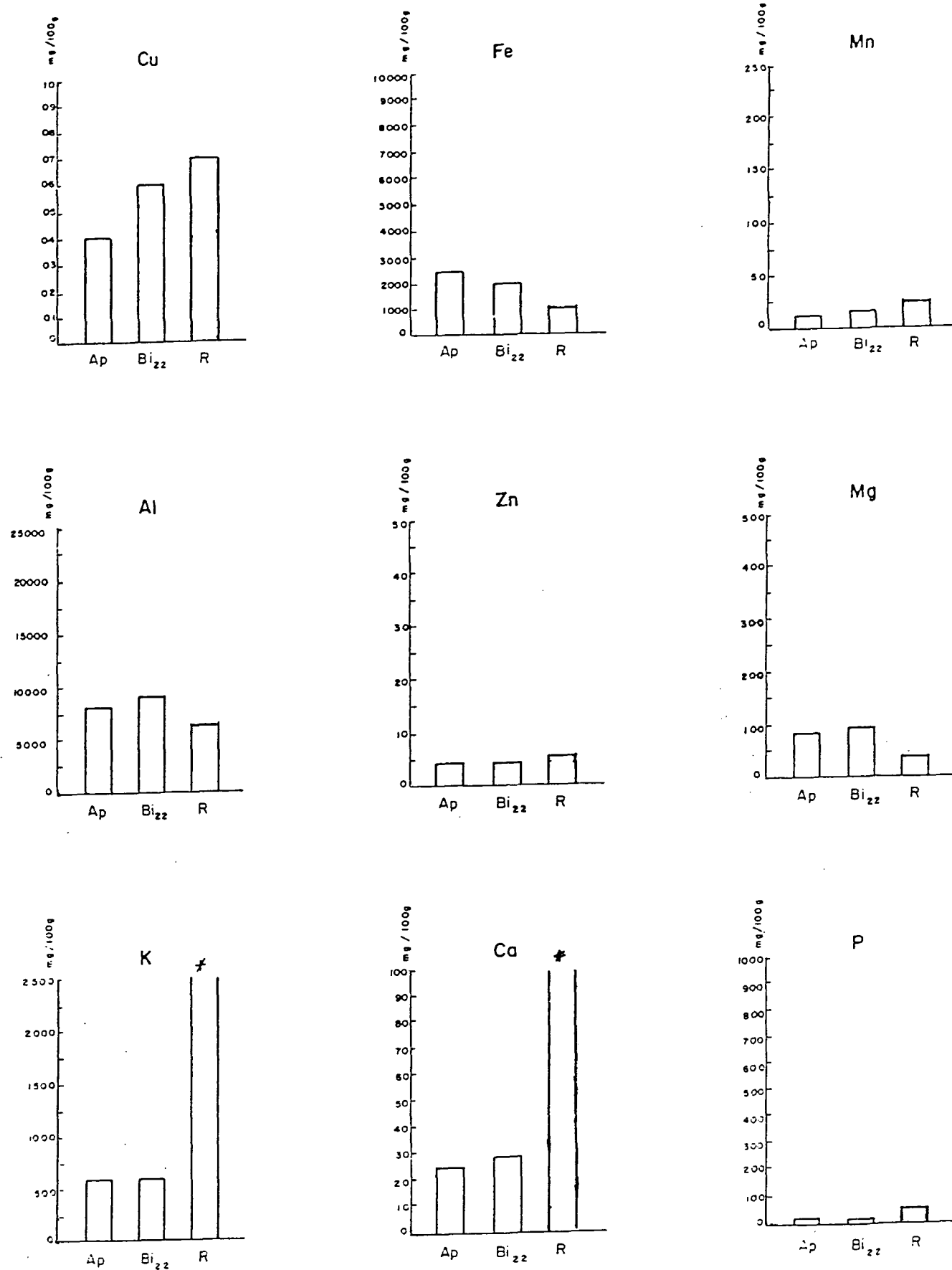


FIGURA 14. DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bt₂₂ E ROCHA (R) - PERFIL 3



* 4210 mg/100g * 380 mg/100g
 FIGURA 15. DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bi₂₂ E NA POCHA PERFIL 4

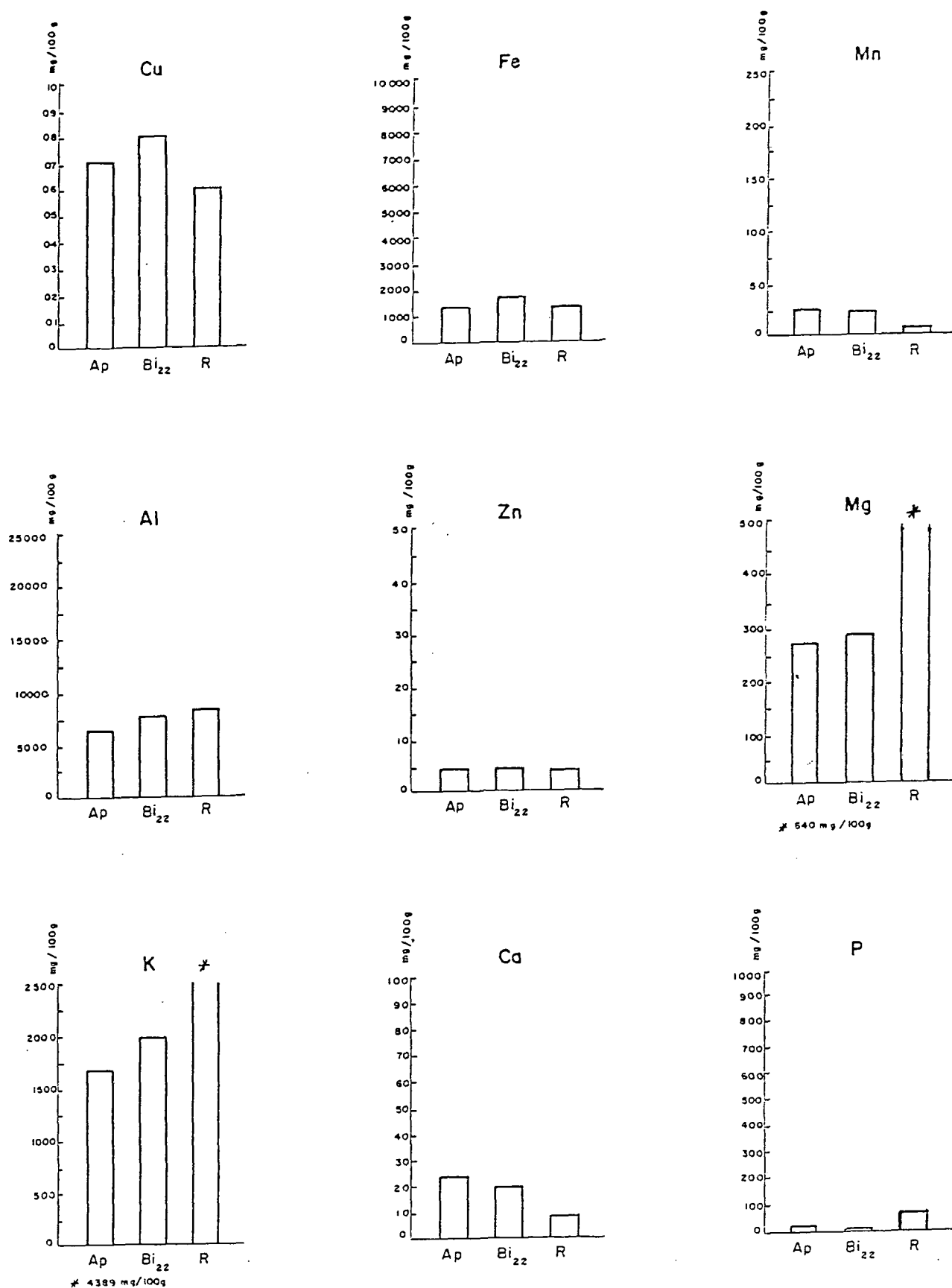


FIGURA 16. DIGESTÃO TOTAL (PERCLÓRICO) NOS HORIZONTES Ap E Bi₂₂ E NA ROCHA - PERFIL 5

SCHEFFER; SCHACHTSCHABEL (1976) citam a riqueza em potássio e magnésio dos minerais micáceos muscovita e biotita respectivamente.

A observação conjunta da distribuição dos cátions metálicos, bem como dos demais elementos e demais resultados analíticos, sugere uma mineralogia predominantemente caulinítica para todos os perfis, embora possa ocorrer a presença de micas no pedon nº 5.

5.4 CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS

5.4.1 Mineralogia da Fração Argila

A composição mineralógica identificada pela difratometria de raios-X para a fração argila é a seguinte: caulinita, vermiculita com hidróxi nas entrecamadas, muscovita e biotita, vermiculita, gibsita e quartzo (Figs. 17 a 25).

Em todos os perfis a caulinita é o argilo-mineral predominante. As condições de boa drenagem identificada nos perfis desfavorecem a permanência de água no solo e consequentemente o seu enriquecimento em silício, tornando-se a solução do solo com uma concentração em íons favorável ao campo de estabilidade de argilo-minerais de fim de sequência de intemperismo. Sua presença é constatada nos picos de 7,11 Å a 7,36 Å e 3,55 Å a 3,64 Å, com o desaparecimento no tratamento com K a 500°C (Figs. 18, 20, 22, 24).

A gibsita foi diagnosticada nos picos de 4,87 Å a 4,89 Å e 4,30 Å a 4,48 Å com presença restrita aos pedons derivados de granitos (1,3,4), tendo entre estes sua maior ocorrência bem como o maior grau de cristalinidade no perfil nº 3

(Fig.21). Possivelmente esta maior quantidade em gibsita seja reflexo do material de origem uma vez que este granito possui fenoclastos de feldspatos em abundância. CERRI (1975) comenta que a gibsita e mais comumente a caulinita podem ser produtos de alteração dos plagioclásios. No pedon 4 sua ocorrência restringe-se a indícios no horizonte Ap e Bi22. A ausência nos perfis 2 e 5 sugere um menor grau de evolução. LIMA (1979) refere-se a diferentes estádios de evolução dos solos de acordo também com a ausência da gibsita.

O quartzo está presente nos pedons 1, 2, 3 e 4, nos picos de 4,18 Å a 4,28 Å e 3,32 Å a 3,37 Å (Figs. 17, 19, 21, 23).

A identificação da vermiculita com hidroxí nas entrecamadas VHE é bastante comum em solos brasileiros (DEMATTE; HOLOWAYCHUK, 1977b; LEPSCH et al., 1977; SANTOS FILHO, 1977; KAMPF; KLAMT, 1978; TIE-BI-YOUAN et al., 1983; QUEIROZ; KLAMT, 1985) entre outros. Neste trabalho sua caracterização é efetuada por difrações de 11,47 Å a 13,79 Å. A amostra ao ser tratada com Mg apresenta picos em torno de 14,7 Å não sofrendo expansão ao ser glicolada. No tratamento com K, ao ser aquecida a 500°C, sofre o colapsamento em torno de 10 Å.

No solo 5, seu colapsamento para 10 Å somente a 500°C sugere uma maior presença de material hidroxí entre as camadas o que concorda com FONTES (1990) além dos diferentes espaçamentos obtidos do plano (002) da VHE, no tratamento de saturação com K a 300°C, o que também sugere diferentes graus de preenchimento pelos polímeros (DOUGLAS, 1977).

Quanto a vermiculita, sua presença é restrita aos solos 3 e 4, em quantidades bem pequenas, identificadas nos picos em

torno de 14 Å nos tratamentos com Mg e posteriormente glicoladas, com contração e exposição dos picos em quantidades bem pequenas, identificadas 10,04 Å e 10,39 Å, no tratamento de K a 25°C. A presença deste mineral nos pedons 3 e 4, poderia explicar a evolução dos argilo-minerais VHE já que pode ocorrer em meio ácido, a polimerização do Al entre as camadas, formando a vermiculita com hidroxí entre as camadas (JACKSON,1984; FONTES,1991). No entanto não pode ser descartada a hipótese da formação deste mineral via mica pela perda de K^+ interlamelar e Fe^{++} e Mg^{++} do octaedro. A entrada de cátions trocáveis compensando a saída de K^+ podem dar origem a minerais de estrutura 2:1 (FANNING; KERAMIDAS,1977). Com a perda total do K^+ e a entrada do Al polimerizado nas entrecamadas, tem-se a formação da VHE (JACKSON,1963). Esta sequência evolutiva deve ser considerada principalmente no pedon 3 onde foi constatada a presença de mica na fração grosseira quando da descrição morfológica.

Vários autores citam a transformação, na fração argila, da mica para VHE entre os quais VOLKOF; MELFI (1980); SANTOS FILHO et al. (1983); CHODUR (1990). Este último verificou em Latossolo Vermelho-Amarelo, a presença de mica por difração de raios-X no horizonte C_2 e ausência de VHE.

Nos horizontes suprajacentes (C_1 , B_{21} e A_{12}), constatou a VHE em detrimento da mica, sugerindo a transformação.

Por sua vez a mica foi identificada nos picos de 9,3 Å a 10,39 Å, 5,08 Å a 5,71 Å e 3,30 Å a 3,39 Å em todos os solos. Sua grande expressão, mas ainda em caráter subordinado, se dá no pedon 5 com uma grande cristalinidade e processa-se em forma de herança ligada ao material de origem. Sua pre-

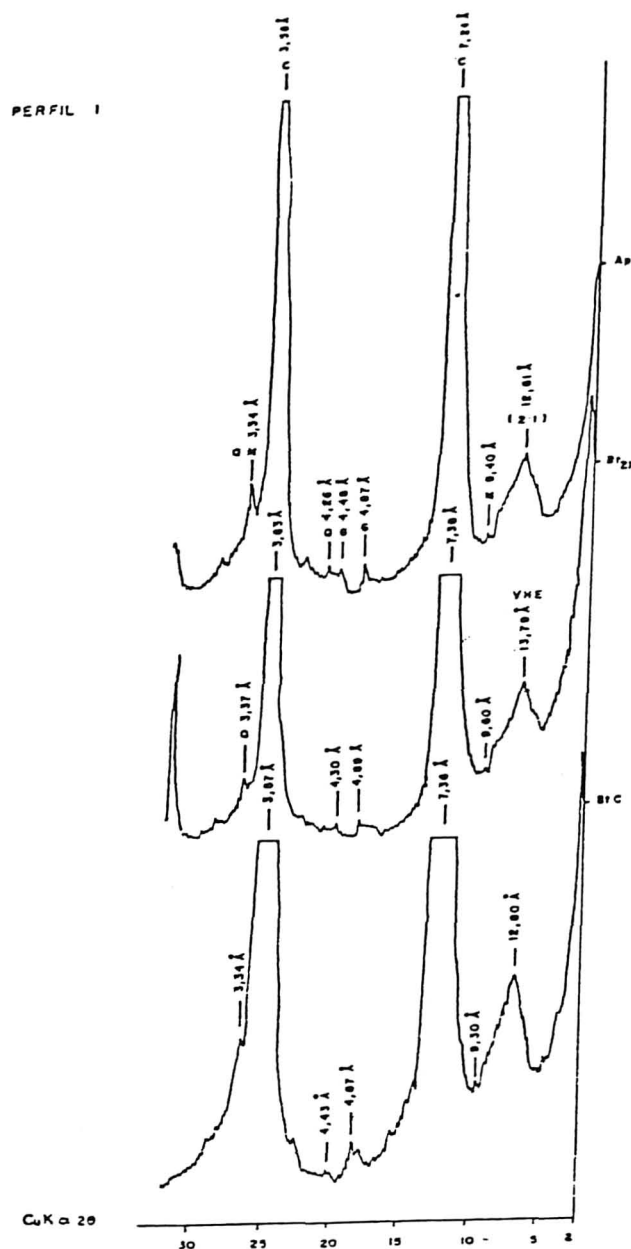


FIG. 17. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA DOS HORIZONTES Ap, Bt₂₁ e BtC PEDON 1; C-CAULINITA; VHE-VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; G-GIBSITA; M-MICA; Q-QUARTZO; (2:1) ARGILOMINERAL 2:1.

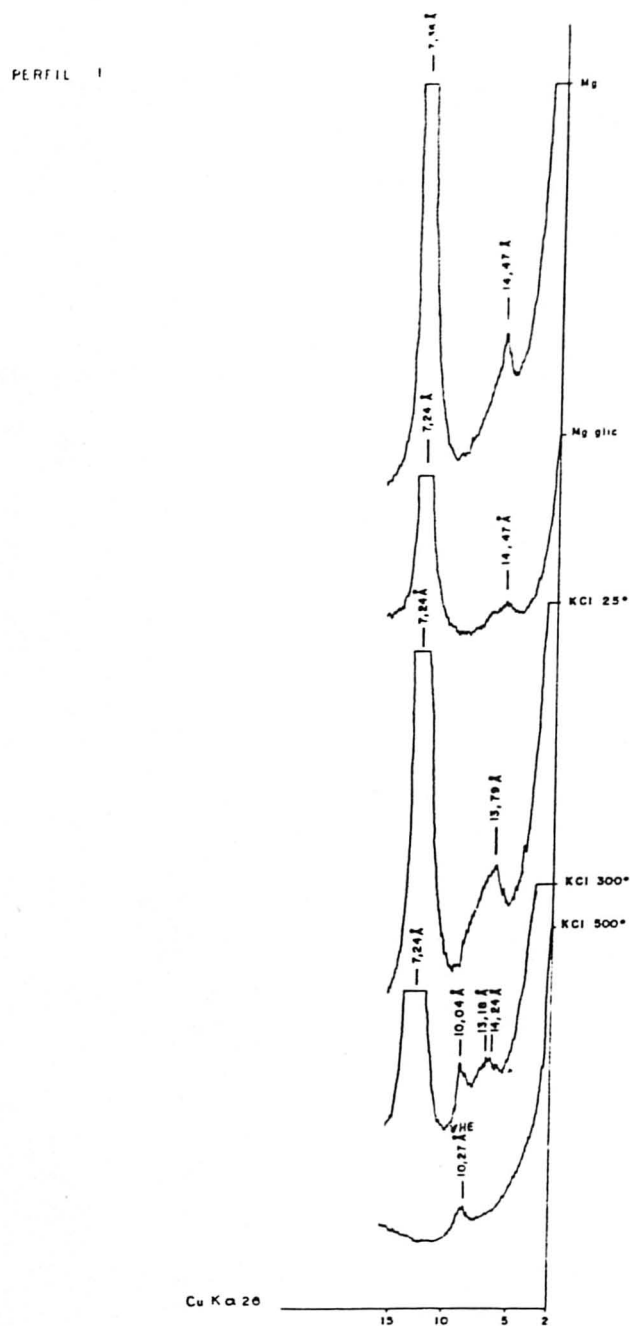


FIG. 18. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA, DIVERSOS TRATAMETNOS DO HORIZONTE Bt21 - PE DON 1 - VHE - VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS.

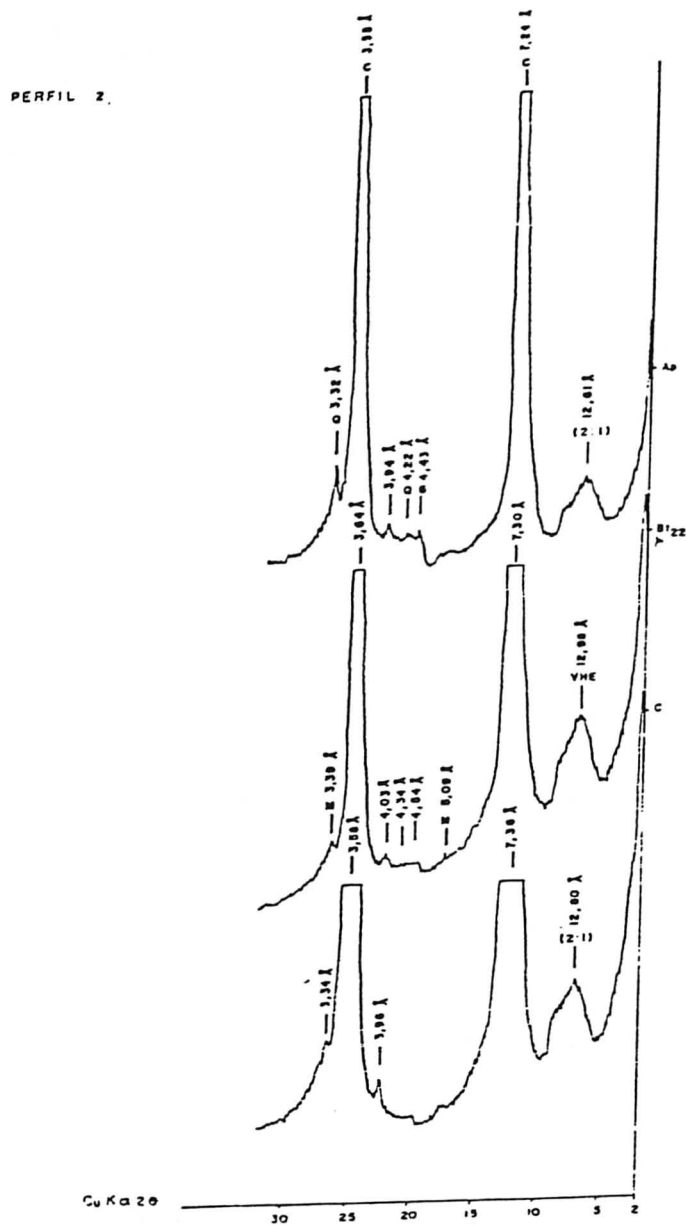


FIG. 19. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X - FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bt22 e C. PEDON 2; C-CAULINITA; VHE-VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; G- GIBSITA; M-MICA; Q- QUARTZO; (2:1) - ARGILOMINERAL 2:1.

PERFIL 2

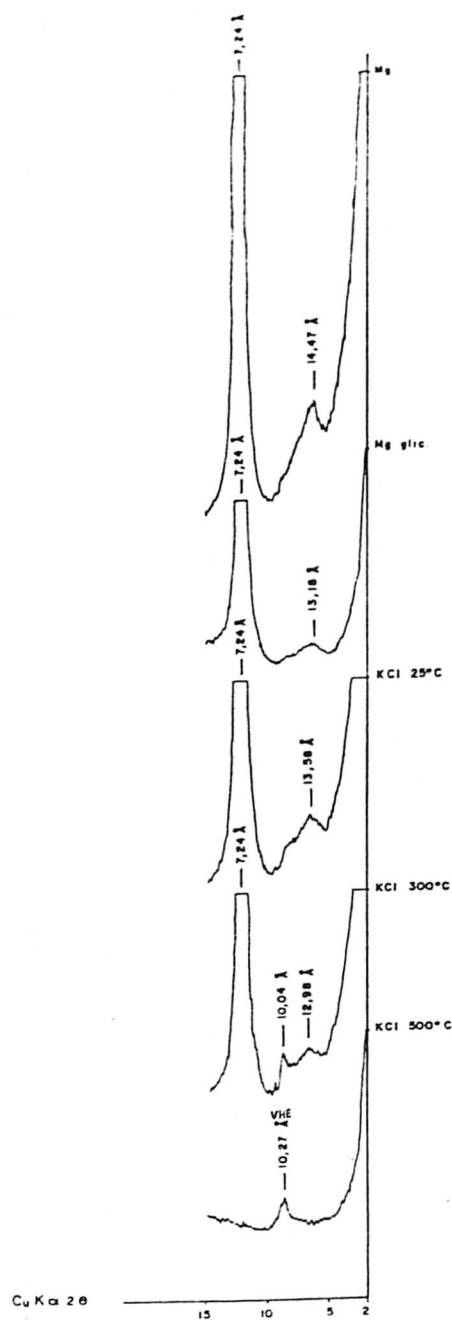


FIG. 20. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X-FRAÇÃO ARGILA, DESFERRI-
 FICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS, DO HORIZONTE Bt22-
 PEDON 2-VHE-VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMA-
 DAS.

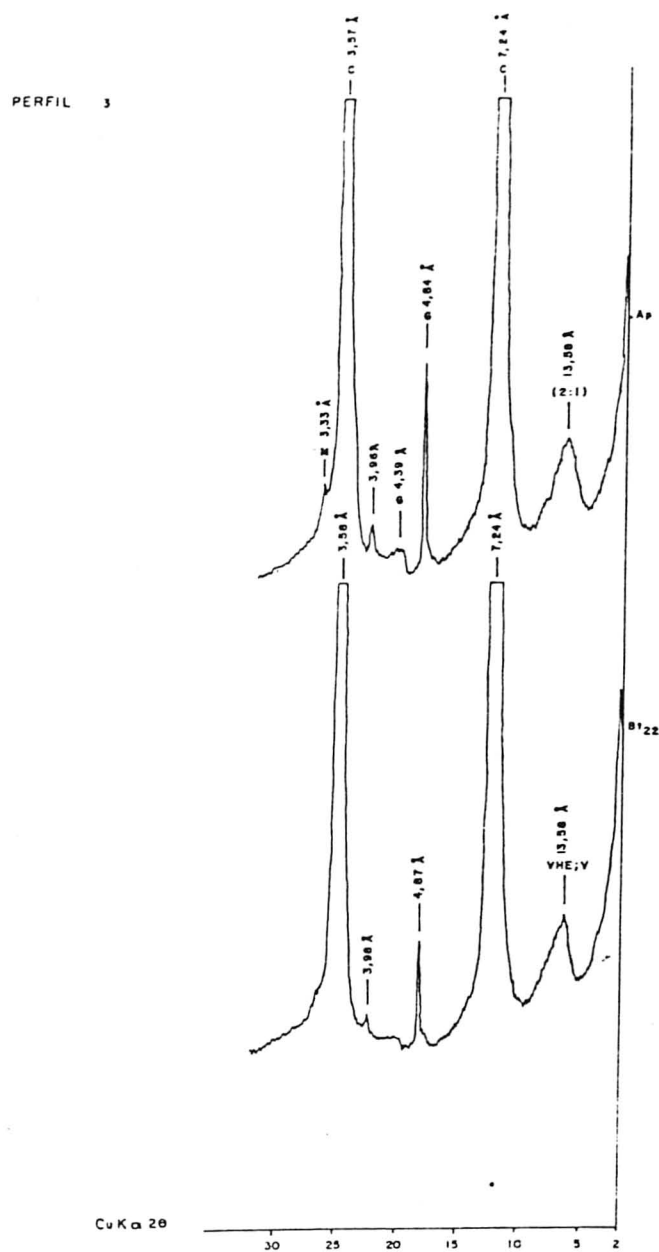


FIG. 21. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X-FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA, DOS HORIZONTES Ap e Bt22-PEDON 3; C-CAULINITA; V-VERMICULITA; VHE-VERMICULITA COM HIDROXINAS ENTRECAMADAS; G-GIBSITA; M-MICA; (2:1) ARGILO MINERAL 2:1.

PERFIL 3

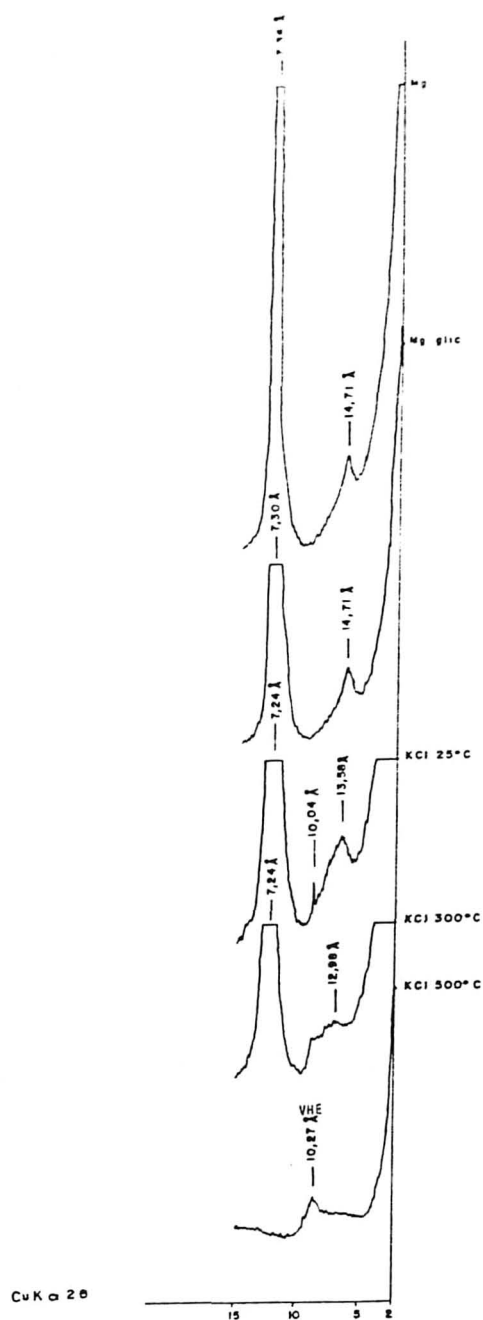


FIG. 22. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X-FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS, DO HORIZONTE Bt22-PEDON 3; VHE-VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; V. VERMICULITA.



FIG. 23. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X-FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFI-
CADA, DOS HORIZONTES Ap, Bi22 e BiC-PEDON 4; C-CAU-
LINITA; VHE-VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMA-
DAS; G-GIBSITA; M-MICA; Q-QUARTZO; (2:1) ARGILOMINÉ
RAL 2:1.

PERFIL 4

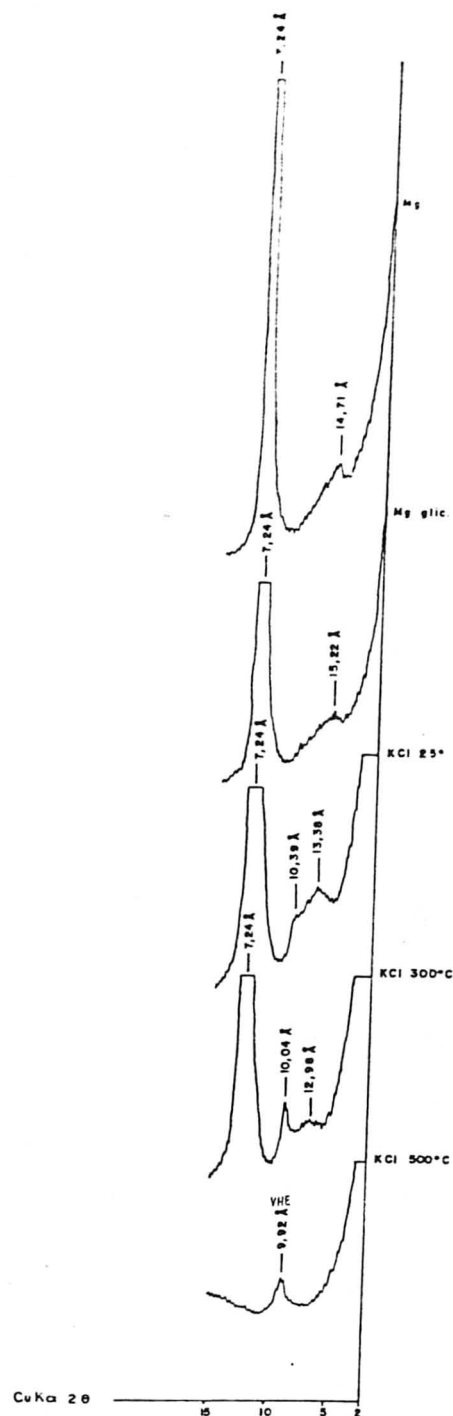


FIG. 24. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X-FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA, DIVERSOS TRATAMENTOS, DO HORIZONTE Bi22-PEDON 4. VHE-VERMICULITA COM HIDROXI NAS ENTRECAMADAS; V. VERMICULITA.

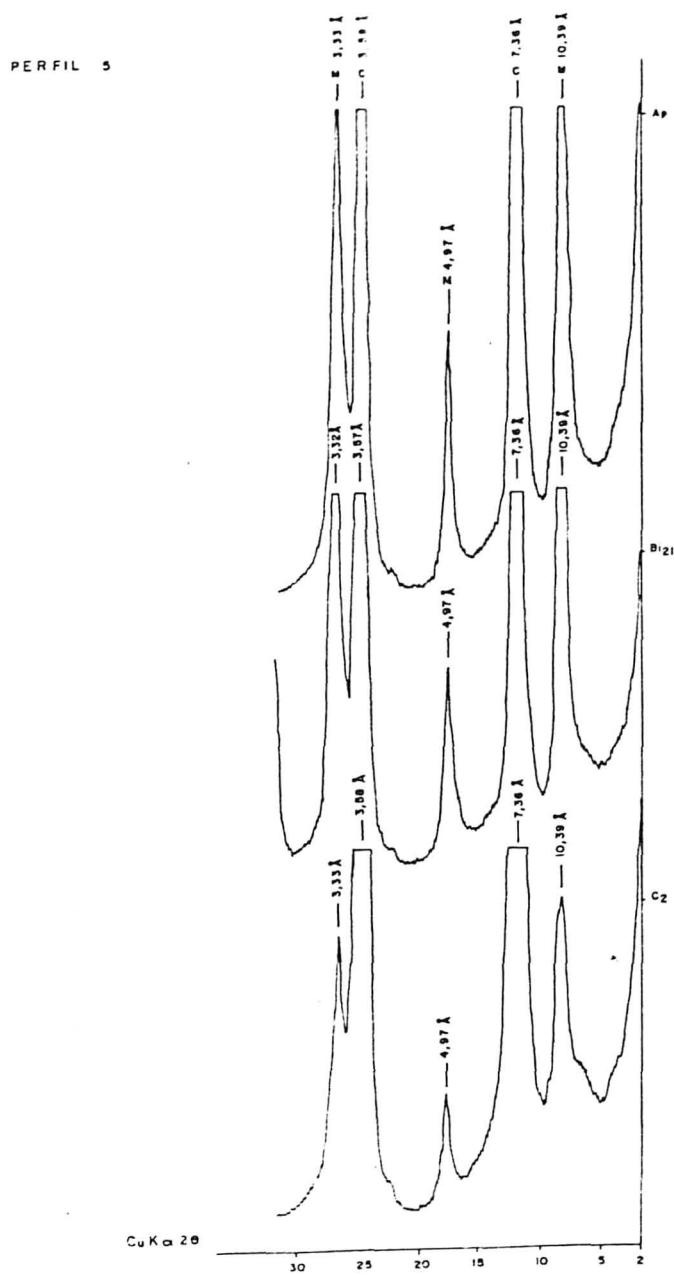


FIG. 25. DIFRATOGRAMAS DE RAIOS-X-FRAÇÃO ARGILA, DESFERRIFICADA, DOS HORIZONTES Ap, Bi21 e C2-PEDON 5; C-CAULINITA; M-MICA.

sença atesta as demais evidências que propõem um baixo grau de evolução para este solo e vem de encontro aos altos teores de K^+ e Mg^{++} encontrado na digestão total. Em contrapartida, os pequenos teores de mica nos demais perfis comprovam um maior grau de desenvolvimento pedogenético, tendo-se inclusive a ausência desta no pedon 3, comprovando o caráter latossólico. Constata-se nos picos de 10 \AA e 5 \AA um aumento nos teores de muscovita no horizonte C_2 para o horizonte Bi21, possivelmente pela transformação da biotita em muscovita através da perda do Fe^{++} . Este argilo-mineral, mais estável, passaria então a concentrar-se no solum, refletindo picos mais intensos no horizonte Bi21 e Ap. A hipótese de biotita no horizonte C_2 sustenta-se nos maiores valores em Fet obtidos pela digestão com perclórico + fluorídrico uma vez que foi encontrado teor de 3250 mg/100g.

5.4.2 Minerais pesados

Apesar de suas concentrações na fração areia fina nos solos serem muito pequena ($< 2\%$), os minerais pesados têm sido de grande utilidade em estudos pedológicos face a sua resistência química e física ao intemperismo, além de serem indicadores da origem do sedimento SUGUIO (1980); TEJAN-KELLA et al. (1991).

Neste trabalho a assembleia mineralógica determinada na fração areia fina apresenta quanto a classe de resistência ao intemperismo, segundo MOHR et al. (1972)² citado por EMBRAPA

²MOHR, E.C.J.; BAREN, F.A.van.; SCHUYLENBORGH, J.van. Rocks and rock minerals. In: Tropical soils: a comprehensive study of their genesis. 3 ed. The Hague, Mouton, 1972. p.81-126. citado por EMBRAPA-SNLCS - Sistema Brasileiro de classificação de solos. (2ª aproximação) Rio de Janeiro. 1981. 107p.

(1981) a seguinte composição: resistência muito alta-zircão, turmalina, rutilo, anatásio. Considerados de resistência alta: epidoto, titanita, granada e nas classes muito baixa, baixa e média encontram-se: apatita, hiperstênio, hornblenda e piroxênio (orto) (Quadro 7).

De acordo com o quadro 7 observa-se uma predominância de zircão e turmalina, verificando-se entre os solos três comportamentos: a) zircão perfazendo acima de 70% do espectro nos solos 1, 2 e 3; b) predomínio de zircão porém com teores expressivos de turmalina e epidoto no pedon 4 e c) maior expressão de turmalina sobre o zircão no perfil 5.

Os demais elementos encontram-se em quantidades bem menores, na maioria das vezes, praticamente sem expressão.

Quanto a apatita, em geral não se observa correlação, confrontando-se os teores de P total obtidos pelo ataque perclórico + fluorídrico, com os percentuais identificados de apatita na areia fina, o que concorda parcialmente com LINDSAY; VLEK (1977), pois segundo estes autores, a maioria do P inorgânico nos solos concentra-se na fração argila. No horizonte Bt₂₂ do solo 2, identifica-se a apatita com valores expressivos porém não ratificada na análise dos elementos totais o que coloca em dúvida o valor de 22%, mesmo que os teores de argila neste horizonte tenham mais do que dobrado em relação ao horizonte Ap. No entanto, generalizadamente, verifica-se no pedon 5 as mais baixas quantidades nos totais acompanhada pela ausência na areia fina nos horizontes Ap e C₂.

O zircão, devido sua alta resistência ao intemperismo (ALLEN, 1977) e o quartzo, são elementos utilizados para

caracterizar descontinuidades litológicas (ALEXANDER et al., 1962; DEMATTE, 1978). Este último autor sugere utilizar diferenças superiores a 100% no teor de Zr para detectar descontinuidade quando da falta de outras evidências. Partindo desta premissa, observa-se uma homogeneidade nos pedons 1, 2, 3 e 4 e uma variação brusca no 5 gerando a suspeita de descontinuidade no horizonte Ap apesar da diferença não atingir valor superior a 100%. Esta possível descontinuidade não é ratificada quando se observa as relações areia fina / areia grossa e Kt. Para o quociente areia fina/areia grossa e Kt, a descontinuidade é verificada no horizonte Bi21, porém não confirmada pela razão areia total/argila total. Por outro lado, quando se analisa os teores de titânio pelo ataque sulfúrico, detecta-se valores crescentes graduais do horizonte C₂ para o Bi21, o que é coerente, dada a sua pouca mobilidade no solo. No entanto quando se observa os valores de ferro total pelo ataque fluorídrico e perclórico, percebe-se uma diferença relevante da rocha e horizontes Ap e Bi21 para o horizonte C, fato já discutido em ferro total.

Portanto, é temerário assegurar uma descontinuidade litológica somente com estes dados, inclusive em três horizontes somente e ainda, principalmente, sem a mineralogia da rocha, in situ.

De qualquer maneira pelo fato do zircão ter sua ocorrência primária em rochas graníticas na forma de pequenos cristais (HUTTON, 1977), era de se esperar a sua presença no espectro mineralógico dos solos 1, 3 e 4. CHODUR (1990) estudando Latossolos Vermelho-Amarelo e Cambissolo substrato migmatito, verificou que o zircão é o mineral predominante com

cerca de 60-80 % da assembléia, inferindo sobre o elevado desenvolvimento genético dos solos.

De outra forma, a turmalina, para este estudo, embora conste como mineral acessório em xistos (DANA; HURLBUT, 1974), torna-se um mineral diferencial para caracterizar a biotita-muscovita-xisto, dada a sua dominância no pedon 5, principalmente nos horizontes Bi21 e C₂. RUEDA; DEMATTE (1988) verificaram que a turmalina prevalece sobre o zircão em Podzólico Vermelho-Amarelo derivado de lamitos da Formação Marília-SP. Os mesmos autores observaram que os horizontes Bt de dois Podzólicos Vermelho-Amarelo eram provenientes do mesmo material de origem tendo em vista a homogeneidade da assembléia mineralógica.

Quanto ao epidoto apesar de sua pequena quantidade em relação ao zircão, chama a atenção pela sua presença em todos os solos, com os maiores valores nos horizontes superiores em relação aos inferiores, com exceção ao pedon 1. Nos pedons 2 e 5 não se observa seu aparecimento no horizonte C em contraste aos horizontes A e B sugerindo neoformação. SUGUIO et al. (1972), citam que o epidoto aparentemente pode ser formado em perfil de solo durante os processos de intemperismo. ROCHA (1981) identificou em Cambissolos provenientes de arcócio, altos teores em zircão e baixos teores em epidoto, ao passo que em Cambissolos provenientes de argilito, os teores destes elementos expressam-se inversamente, demonstrando a influência do material de origem na assembléia mineralógica do solo. Por outro lado, solos com B textural, derivado de argilito, não evidenciaram o epidoto, refletindo a correlação existente entre o grau de

desenvolvimento dos solos e a resistência ao intemperismo dos minerais.

A presença da titanita no perfil 1 é procedente, já que sua presença é abundante em rochas graníticas (HUTTON, 1977), no entanto sua ausência, nos perfis 3 e 4 também derivados de granito, possa estar relacionada com o avançado grau de evolução dos solos.

Através dos resultados da mineralogia dos pesados, pode-se inferir sobre o elevado desenvolvimento pedogenético dos solos 1, 2, 3 e 4 e a possível pobreza do material de origem do pedon 5, uma vez que este solo encontra-se com pequeno grau de desenvolvimento.

Quando se observa os percentuais dos minerais que estão em alteração (alteritos) e que pela técnica de identificação aqui utilizada já não eram mais reconhecidos, ressaltam os altos teores no pedon 5 em comparação aos demais, levando a uma possível comprovação do baixo grau de evolução deste.

Pelo espectro um pouco maior que os pedons 2, 3 e 4, poderia ser supor que o solo 1 seria um pouco menos desenvolvido, apesar de não se poder esquecer as litologias exclusivas de cada perfil.

QUADRO 7 - MINERAIS PESADOS (Z)

PERFIL! HORIZ! ZIRCO! TURM-! RUTI-! APA-! EPI-! HORN-! *ALTE-! HIPERS-! ANA-! TITA-! O. ! GRA-													
! ! ! LINA ! LO ! TITA! DOTO! BLEND! RITOS! TENIO ! TASIO! NITA !PIR-! NADA													
1	! Ap	79	-	4	8	2	-	2	-	-	3	-	2
	! Bt ₂₁	97	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	! BtC	80	2	2	2	6	-	2	-	-	4	2	-
2	! Ap	87	-	-	2	9	-	2	-	-	-	-	-
	! Bt ₂₂	72	-	-	22	2	-	2	-	2	-	-	-
	! C	94	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
3	! Ap	97	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-
	! Bt ₁₁	89	3	-	3	2	-	3	-	-	-	-	-
	! Bt ₂₂	98	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
4	! Ap	63	14	-	5	14	-	2	2	-	-	-	-
	! Bt ₂₂	67	25	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-
	! BiC	73	19	-	3	3	-	-	2	-	-	-	-
5	! Ap	41	47	-	-	3	3	6	-	-	-	-	-
	! Bi ₂₁	7	76	-	3	3	4	7	-	-	-	-	-
	! C ₂	10	70	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-

O.Pir = Orto Pirroxênio

Alteritos = minerais não reconhecíveis devido ao estágio de alteração

5.4.3 Minerais Leves

Por intermédio destas análises pode-se verificar resultados bastante homogêneos, comprovando o elevado grau de desenvolvimento genético dos solos, excetuando-se o pedon nº 5. A presença de quartzo compondo 100% da areia fina, confirma o grau de evolução destes solos uma vez que este mineral nesta fração é considerado como sendo de resistência muito alta ao intemperismo MOHR et al. (1972)⁴ citado por EMBRAPA (1981).

A presença de feldspato bem alterado (caulinizado) e mica no horizonte C do pedon 2 é totalmente pertinente, evidenciando o baixo grau de desenvolvimento deste horizonte,

⁴MOHR, E.C.J.; BAREN, F.A.van.; SCHUYLENBORGH, J.van. Rocks and rock minerals. In: Tropical soils: a comprehensive study of their genesis. 3 ed. The Hague, Mouton, 1972. p.81-126. citado por EMBRAPA-SNLCS - Sistema Brasileiro de classificação de solos. (2ª aproximação) Rio de Janeiro. 1981. 107p.

já que segundo MOHR et al. (1972)⁷ citado por EMBRAPA (1981), a biotita enquadra-se na classe de resistência muito baixa a média. Neste mesmo horizonte, não foi possível identificar exatamente o tipo de feldspato, face ao avançado grau de alteração, consequentemente não sendo possível o enquadramento na classe de resistência.

Verificando-se a análise dos elementos totais no horizonte C, também não foi possível identificar o tipo de feldspato face os baixos teores em K, Ca e ou Mg sugerindo já uma fase em que há uma substituição pelo íon H⁺ no retículo, comprovando o grau de alteração deste mineral. Tanto o quartzo, em todos os perfis, como o feldspato neste horizonte encontram-se com uma película ferruginosa que pode minimizar os processos de intemperismo destes. CERRI (1975), estudando a alteração de granitos, cita que a solubilidade do quartzo é diminuída e até mesmo impedida devido a presença de películas ferruginosas que se desenvolvem ao redor dos cristais. GOMES (1985) identificou a presença de feldspatos preservados devido a proteção efetuada pelo recobrimento dos óxidos em Podzólico Vermelho-Amarelo no horizonte Bt.

Deve-se salientar a angulosidade manifesta nos grãos de quartzo em todos os solos, induzindo a pensar em gênese de pedon in situ.

A presença de biotitas no perfil 5 e a ausência da muscovita, sabidamente mais resistente (FANNING; KERAMIDAS,

⁷MOHR, E.C.J.; BAREN, F.A.van.; SCHUYLENBORGH, J.van. Rocks and rock minerals. In: Tropical soils: a comprehensive study of their genesis. 3 ed. The Hague, Mouton, 1972. p.81-126. citado por EMBRAPA-SNLCs - Sistema Brasileiro de classificação de solos. (2ª aproximação) Rio de Janeiro. 1981. 107p.

1977) na fração em apreço, sugere a presença desta em outra fração, face a litologia biotita-muscovita-xisto.

A presença em Podzólico Vermelho-Amarelo (Minas Gerais), de feldspato e material argiloso claro no horizonte C com expressão (10%) na areia grossa e 1% na areia fina ratifica tal observação (EMBRAPA, 1983).

Generalizadamente, estas análises sugerem solos de mineralogia predominantemente caulinítica com a presença elevada de minerais do tipo 2:1 no pedon 5.

QUADRO 8 - ANÁLISE SEMIQUANTITATIVA POR CONTAGEM DE PONTOS SOB LUPA BINOCULAR (AREIA FINA)

PER-	!	!	!	%	!	*	!			
FIL	!	HOR.	!	QUARTZO	!	FELDSPATO	!	MICA	!	OBSERVAÇÕES
1	Ap	100								!quartzos angulosos e hialinos
	Bt ₂₁	100								!quartzos angulosos e hialinos
	BtC	100								!
2	Ap	100								!quartzos angulosos e hialinos
	Bt ₂₂	100								!quartzos angulosos e hialinos
	C	74		20		6				!quartzos angulosos e hialinos e com incrustações de oxido de ferro, feldspato bem alterado c/incrustações de óxidos ferro
3	Ap	100								!quartzos angulosos e hialinos
	Bt ₁₁	99								!quartzos angulosos e hialinos
	Bt ₂₂	100								!quartzos angulosos e hialinos
4	Ap	100								!quartzos angulosos e hialinos
	Bi ₂₂	100								!quartzos angulosos e hialinos
	BiC	100								!quartzos angulosos e hialinos
5	Ap	94				6				!quartzos angulosos e hialinos
	Bi ₂₁	89				11				!micas bem alteradas
	C ₂	84				16				!micas não estão individualizadas, formam blocos de micas

mica* = biotita

5.5 RELAÇÃO SOLO / INTEMPERISMO

Apesar deste estudo ter sido efetuado em 5 litologias distintas e não se ter procedido a análise mineralógica em

todos os horizontes dos pedons, torna-se conveniente tecer alguns comentários a cerca do grau de intemperismo dos solos, face à certas características semelhantes, principalmente quando se agrupa os solos 1, 2 e 3 (Grupo I) com horizonte B textural e os solos 4 e 5 (Grupo II) com horizontes B câmbico.

O grupo I constitui-se por solos com profundidades próxima ou superiores a 2m, portanto enquadrados como profundos a muito profundos, sugerindo um avançado grau de evolução. Some-se a isso a presença de transições graduais e difusas entre os horizontes, a grande espessura do horizonte B, os altos teores de argila e os baixos valores da relação silte/argila (Quadro 1, 2 e 9) e (Figura 26). A pressuposição de solos evoluídos reforça-se quando se constata os valores das bases trocáveis pois, tratam-se de solos dessaturados, aluminosos que em adição ao valor K_i no horizonte B, em torno de 1,7 (Figura 26) e aos valores de CTC/100g de argila após correção para carbono oscilando de 3,9 a 6,5 meq/100g de argila, condizem a um estágio de intemperização avançado.

Os processos de dessilificação e desalcalinização estão favorecidos pelas condições climáticas atuais da área onde prevalece um regime de precipitação excedente a evapotranspiração, associado a altas temperaturas e boa drenagem, o que favorece a presença de mineralogia caulinitica.

A análise dos minerais pesados na areia fina (Quadro 7) mais uma vez ratifica a maturidade pedogenética, pois a assembleia mineralógica é composta praticamente pelo zircão (> 70%), mineral altamente resistente ao intemperismo.

A análise semiquantitativa dos minerais leves na areia fina (Quadro 8) também vem a comprovar o avançado estágio de intemperização destes solos, uma vez que constitui-se praticamente em 100% de quartzo.

A dúvida quanto ao grau de evolução dos solos surge quando se observa as relações do ferro pedogenético. Ao serem analisados os resultados do quociente F_{eo}/F_{ed} , verifica-se os valores bem baixos (Quadros 5 e 9) e (Figura 27), característica esta inerente a alta cristalinidade e/ou a solos evoluídos, porém, quando se verifica a relação F_{ed}/F_{et} , detecta-se valores muito baixos que indicariam a presença de minerais do tipo 2:1 característicos de solos pouco evoluídos.

Deve-se considerar que o quociente F_{eo}/F_{ed} também em alguns casos pode estar superestimado, levando a crer em um menor grau de cristalinidade do que realmente o é já que a extração com oxalato pode também dissolver a magnetita (MCKEAGUE et al., 1971; WALKER, 1983). No entanto, a presença do ferro na magnetita e ilmenita, o qual não é extraído pelo DCB (SCHEFFER; SCHACHTSCHABEL, 1976), pode mascarar este quociente. Como foi identificado a presença de magnetita e ilmenita na areia fina, em abundância, supõe-se que estes minerais estariam presentes também em outras frações mascarando ainda mais a relação.

Observando-se a diferença entre $F_{et}-F_{ed}$, que corresponde ao ferro ligado aos silicatos primários e secundários, percebe-se que quando esta diferença é maior, a relação F_{ed}/F_{et} é baixa, indicando que o ferro está ligado a magnetita e a ilmenita (Quadro 9). Portanto esta relação não deve ser utilizada para traduzir grau de intemperismo dos

solos, tanto na presença elevada de magnetita e ilmenita, como na presença de minerais 2:1 (muscovita) que não possuem ferro na sua estrutura, conforme no perfil 5.

Por sua vez, o valor Ki demonstrou mais uma vez que não deve ser considerado isoladamente para traduzir o grau de evolução dos solos face os elevados valores observados nos horizontes Ap do perfil 2 e Ap, Bt₁₁ e Bt₁₂ do pedon 3, valores estes não ratificados na mineralogia de argila. A presença de pteridófitas em abundância pode ser a causa destes elevados valores.

Finalmente as análises de difração de raios-X (Figuras 17 a 25), confirmam a mineralogia predominantemente caulinítica dos solos do grupo I conforme se esperava baseado nas demais análises.

O grupo 2, composto por solos com horizonte B câmbico apresenta uma particularidade importante, dada as condições contrastantes do estágio de intemperismo dos solos; sendo o perfil 4 bastante desenvolvido e o 5 bem pouco evoluído. O solo 4 só não foi discutido dentro do grupo I por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial distinto daqueles mas, toda a discussão é válida uma vez que também foi identificada a caulinita como mineral predominante.

Quanto ao pedon 5, parte-se do princípio que é menos evoluído do que os outros em virtude de sua profundidade (< 1m).

Todas as análises demonstram a pequena maturidade pedogenética, tais como: pequena espessura do horizonte B, fragmentos de rocha e minerais primários ao longo do corpo e transição clara entre os horizontes. As análises físicas estão

coerentes às observações morfológicas pois exibem altos teores em silte e baixos teores de argila, proporcionando alta relação silte/argila ($> 1,3$).

Condizente a estas, as análises químicas demonstram os maiores valores de pH (0,8-1,1), a maior relação Ki ao longo do perfil e os maiores valores de CTC/100g de argila após correção para carbono. O caráter dessaturado, conforme já discutido, trata-se de herança do material de origem.

O maior percentual de minerais ainda em alteração na análise dos pesados, assim como a presença de micas em todos os horizontes verificados na análise dos minerais leves, ratificam a condição de solo pouco evoluído.

Neste perfil, baseado na mineralogia da fração argila e nas análises do ferro pedogenético, conclui-se uma predominância de caulinita e secundariamente mica biotita em detrimento de mica muscovita no horizonte C₂ ocorrendo o inverso no horizonte Bi21. No horizonte C₂ a relação Feo/Fed retrata o alto grau de cristalinidade sendo que a relação Fed/Fet indica que a metade da quantidade do ferro ainda está ligado a silicatos. Como o ferro total neste caso é praticamente o dobro em relação ao horizonte Bi21 e como os picos no difratograma acusam a existência de mica, supõe-se que ocorra a predominância de mica-biotita. Por sua vez, no horizonte Bi21, a relação Fed/Fet aumenta muito o que denotaria, neste caso erroneamente, um alto grau de evolução pedogenético. Na realidade, acredita-se que o valor de Fed/Fet de 0,84, traduza uma pequena quantidade de ferro ligado a silicatos e daí a predominância da muscovita, reforçado pela pequena diferença exibida no Fet-Fed. O ferro não ligado a

silicatos, demonstra elevado grau de cristalinidade através da relação Feo/Fed. Portanto, a razão Fed/Fet perante a presença de muscovita ou de outros minerais 2:1 que não possuam ferro em sua estrutura, pode conduzir a interpretações errôneas.

QUADRO 9 - TEORES DE MAGNETITA E ILMENITA (%), RELAÇÕES MAG/ILM; Feo/Fed; Fed/Fet; Fet/Fed; Ki; SILTE/ARGILA; TEOR DE ARGILA (%); CTC; MINERALOGIA DE ARGILA

PER-!HORIZ!MAG!ILM!MAG/ILM! FEO!! FET!! FET ! FED!! Ki !SILTE/!ARGI-!CTC*!												Mineralogia de Argila**		
FIL !		!	% ! % !		FED ! FED !		FET !		ARGILA!LA	!				

1	!	Ap	9	68	0,132	0,104	2600	5100	0,49	1,87	0,57	30	- !	Caulinita
	!	Bt21	5	78	0,064	0,037	4800	8400	0,40	1,79	0,15	66	5,5!	Caulinita
	!	BtC	5	58	0,086	0,034	5490	9100	0,40	2,16	0,16	64	6,9!	Caulinita

2	!	Ap	4	52	0,076	0,171	1600	2950	0,46	3,54	0,80	25	- !	Caulinita
	!	Bt22	4	50	0,080	0,078	2400	4450	0,46	1,72	0,16	68	6,5!	Caulinita
	!	C	24	65	0,369	0,017	2674	3600	0,48	1,64	0,56	48	5,7!	Caulinita

3	!	Ap	23	20	1,150	0,134	570	3500	0,84	2,53	0,36	39	- !	Caulinita
	!	Bt11	19	25	0,760	0,078	2420	4100	0,41	2,30	0,24	50	3,0!	Caulinita
	!	Bt22	15	26	0,576	0,038	3960	5450	0,27	1,61	0,11	70	3,9!	Caulinita

4	!	Ap	3	47	0,063	0,095	1180	2400	0,51	2,07	0,46	35	- !	Caulinita
	!	Bi22	4	64	0,062	0,077	460	1950	0,76	1,87	0,19	58	7,6!	Caulinita
	!	BiC	4	52	0,076	0,049	1170	2400	0,51	2,25	0,13	62	6,9!	Caulinita

5	!	Ap	0	39	0	0,384	230	1250	0,81	2,50	1,66	29	- !	Caulinita e Mica
	!	Bi21	2	30	0,066	0,048	110	1650	0,93	2,14	1,36	33	10,3!	Caulinita e Mica
	!	C2	0	1	0	0,009	1600	3250	0,51	2,03	3,81	16	18,4!	Caulinita e Mica

MAG.= Magnetita; ILM.= Ilmenita; * = CTC/100 argila após correção para carbono; ** = mineralogia predominante.

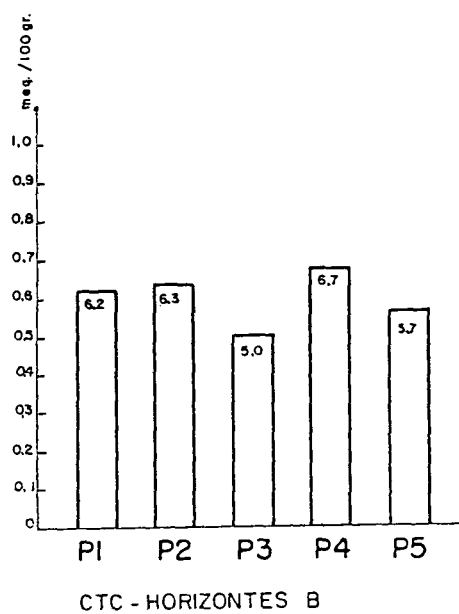
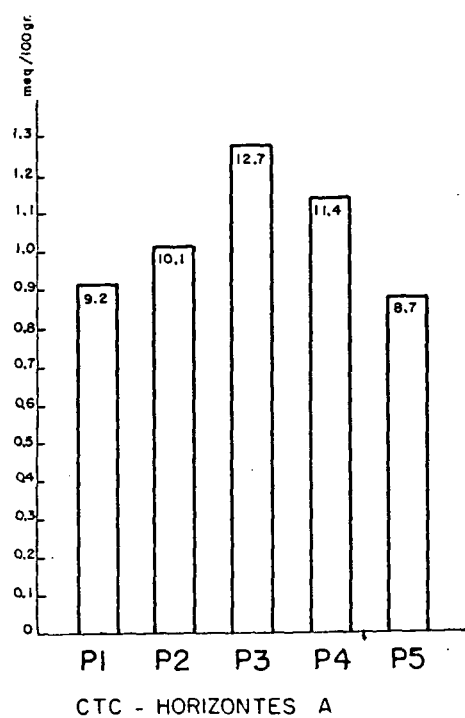
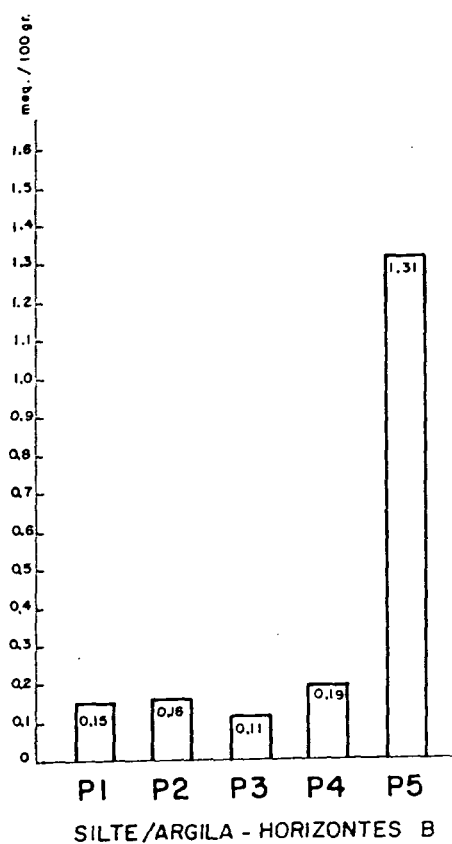
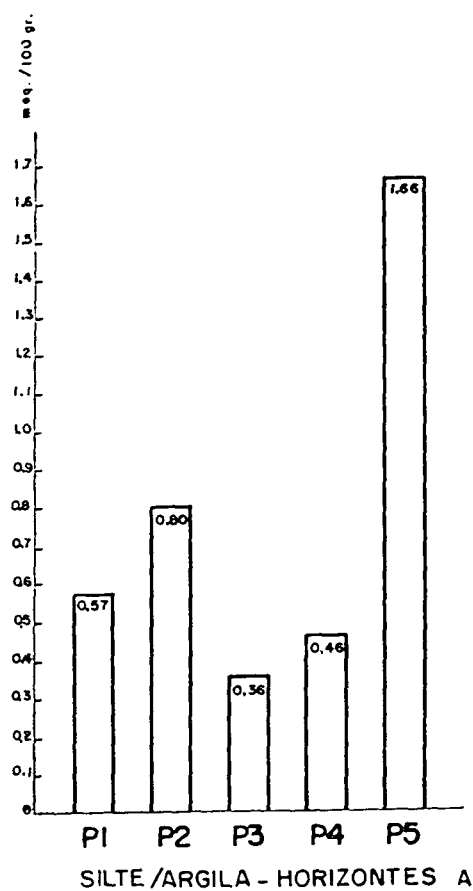


FIGURA 26. RELAÇÃO SILTE/ARGILA E CTC DOS HORIZONTES A e B DOS PERFIS

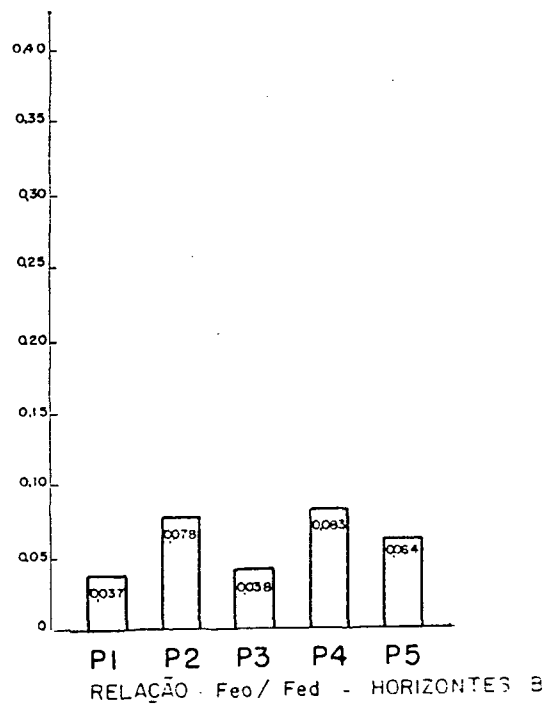
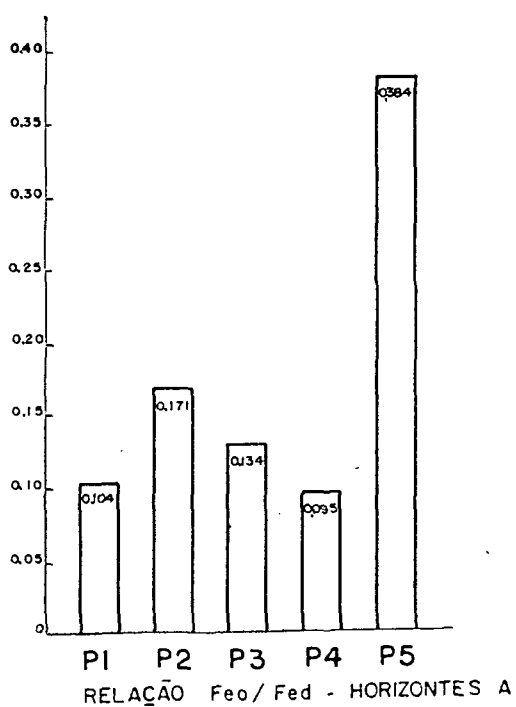
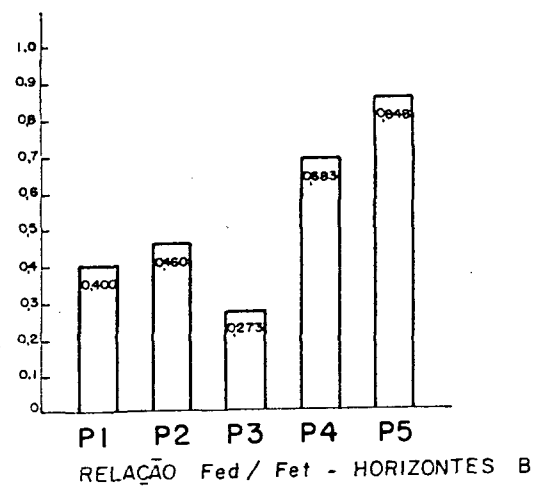
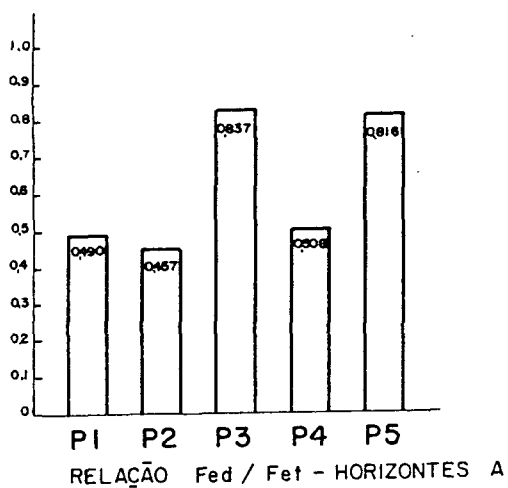
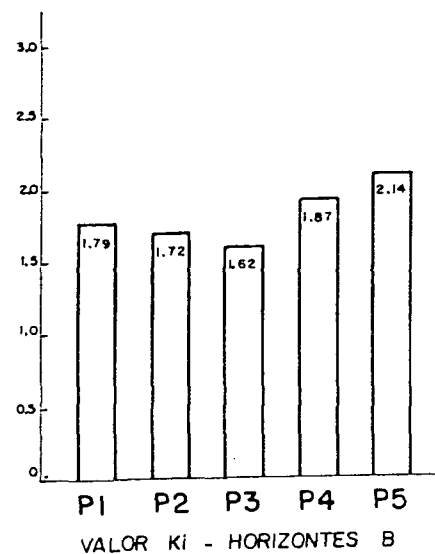


FIGURA 27. VALOR K_i E RELAÇÕES Fed/Fet, Feo/Fed DOS HORIZONTES A e B

5.6 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A nível de campo foram identificados 2 tipos de horizontes diagnósticos subsuperficiais: B textural para o perfil nº 2 em função do elevado gradiente textural e B incipiente para os perfis 4 e 5 ratificados pelas análises laboratoriais já comentadas. O perfil 4 apesar de câmbico, apresenta-se mais evoluído com caráter transicional latossólico e o nº 5 possui características modais de B incipiente, tais como: pequena espessura, presença de minerais primários e fragmentos de rocha alterada, transições claras, cores pálidas e estrutura moderadamente desenvolvida.

Deve-se considerar ainda em relação ao perfil 4 que as características morfológicas como: estrutura moderadamente desenvolvida em blocos, consistência muito duro a extremamente duro, poros comuns, são características que levaram-no ao enquadramento de B câmbico. Além disso, concomitantemente, foi considerado a ausência de horizonte C e o contato lítico como características designativas de solo pouco evoluído.

Os perfis 1 e 3, conforme já discutido, não apresentam as relações texturais preconizadas, apesar de no 1º caso o mesmo não satisfazer por apenas 0,4. Já o pedon 3, não satisfaz os quesitos por uma diferença maior mas ainda assim, dada principalmente a sua distribuição de argila e óxidos aliados ao seu comportamento a erosão verificado a campo, foi enquadrado em B textural, porém com o caráter latossólico. Este caráter está baseado no gradiente textural, na configuração da curva de distribuição de argila, transições entre os horizontes, espessura do horizonte B, grau e tipo de desenvolvimento da estrutura.

Com excesso do gradiente textural, as demais verificações acrescidas pela homogeneidade na cor e consistência são válidas para o qualificativo latossólico no pedon 4.

O horizonte superficial em todos os solos é moderado em função das pequenas espessuras e/ou valor elevado.

Posteriormente com as análises físicas, químicas, mineralógicas, análise semi-quantitativa dos elementos pesados e leves na fração areia fina procedeu-se a classificação propriamente dita pelo Sistema Brasileiro de Classificação, segundo as normas do SNLCS-EMBRAPA (1988):

- perfil 1: PODZOLICO VERMELHO-AMARELO profundo Tb ALICO A moderado textura média/muito argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo forte ondulado.
- perfil 2: PODZOLICO VERMELHO-AMARELO muito profundo Tb ALICO EPIDISTROFICO A moderado textura média/muito argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo forte ondulado.
- perfil 3: PODZOLICO VERMELHO-AMARELO latossólico Tb ALICO EPIDISTROFICO A moderado textura argilosa / muito argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo forte ondulado.
- perfil 4: CAMBISSOLO latossólico Tb ALICO A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado substrato granito.

- perfil 5: CAMBISSOLO pouco profundo Tb ALICO A moderado
textura franco-argilosa fase floresta tropical
perenifolia relevo ondulado substrato biotita-
moscovita-xisto.

6 CONCLUSÕES

Com base nas observações morfológicas e nos resultados analíticos e ainda considerando como os pedons inserem-se na paisagem, chega-se as principais conclusões, a saber:

- todos os solos apresentam horizonte superficial do tipo A moderado, refletindo provavelmente os efeitos climáticos que tornam a mineralização da matéria orgânica acentuada para as condições estudadas;

- todos os pedons apresentam estrutura moderadamente desenvolvida sendo tal situação atribuída ao regime permanentemente úmido dos solos para as respectivas texturas e composição química total;

- nos solos desenvolvidos de granito e riodacito ocorre predomínio da fração areia grossa sobre a areia fina enquanto que no solo proveniente de biotita-muscovita-xisto há uma equivalência entre estas;

- com exceção do perfil 5, os demais perfis apresentam elevado grau de desenvolvimento genético para suas classes apresentando correspondência com a posição na paisagem e as condições climáticas;

- o menor desenvolvimento do perfil 5, deve-se possivelmente ao próprio material de origem que proporciona

elevados teores em silte que por sua vez concorre para uma maior erodibilidade de tal maneira que atualmente os processos de morfogênese equiparem-se aos processos de pedogênese;

- em função dos baixos teores em cátions trocáveis conclue-se que tratam-se de solos altamente lixiviados coerentes ao clima atual, posição na paisagem e a boa drenagem;

- o valor K_i não se mostrou totalmente efetivo para refletir a mineralogia da fração argila e por conseguinte o grau de maturidade pedogenética nos perfis 2 e 3, muito possivelmente pela presença de pteridófitas em grande quantidade;

- embora a relação F_{eo}/F_{ed} expresse a elevada cristalinidade dos óxidos presentes, nem sempre a relação F_{ed}/F_{et} expressou o intemperismo dos solos. Enquanto no perfil 5 a relação é elevada, apesar do menor desenvolvimento deste, a presença de mineral 2:1 (muscovita) sem ferro na sua estrutura, interfere na relação. Nos demais solos, essencialmente cauliníticos, principalmente no perfil 3, verifica-se uma baixa relação devido a presença de magnetita e ilmenita;

- no perfil 5 através da composição química total, os elevados teores de K^+ e Mg^+ indicaram a presença de argilominerais do grupo da mica;

- a mineralogia predominantemente caulinítica para os solos 1, 2, 3 e 4 comprova o avançado grau de desenvolvimento genético, observados pelas análises morfológicas (transição de horizontes difusas, espessura do solum), físicas (altos teores de argila e relação silte/argila baixa), químicas (baixa

saturação em bases, pequena CTC após correção para carbono), minerais pesados (predomínio de minerais altamente resistentes ao intemperismo-zircão e turmalina) e a presença de quartzo perfazendo a totalidade da fração areia fina.

- o perfil 5, dos perfis estudados, é o que apresenta menor maturidade pedogenética, evidenciada por características morfológicas (pequena profundidade, transição clara entre os horizontes), físicas (elevados teores em silte e alta relação silte/argila), química (os maiores valores de CTC após correção para carbono), mineralógicas (presença de minerais ainda em alteração e presença de mica na fração areia fina além da sua participação na fração argila).

- para os solos e estágios de evolução considerados, os elevados teores de turmalina e a ausência de magnetita na fração areia fina do pedon 5, podem ser características distintivas de solos originados de biotita-muscovita-xisto em relação a solos derivados de granitos (Rio Canavieiras, Morro Inglês e Rio do Poço) e riodascitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALEXANDER, J.D.; BEAVERS, A.H.; JOHNSON, P.R. Zirconium content of coarse silt in loess and till of Wisconsin Age in Northern Illinois. Proc. Soil Sci. Soc. Am., Madison, v.26, p.189-191, 1962.
- 2 ALLEN, B.L. Mineralogy and soil taxonomy. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. Minerals in soil environments. Madison: Soil Science Society of America, 1977. p.771-795.
- 3 BARRETO, F.R.S. Os Cambissolos da porção central da província estrutural da Mantiqueira e suas relações com os Latossolos : alteração e pedogênese. São Paulo: USP, 1985. 261f. Tese de doutorado.
- 4 BARRETO, W.O. Eletroquímica de solos tropicais de carga variável : capacidade de dupla camada elétrica. Rio de Janeiro : Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1986. 273f. Tese de Doutorado.
- 5 BIGARELLA, J.J. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. Bol. Paran. Geogr., Curitiba, n.10/15, p.211-231, 1964.
- 6 _____. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Bol. Paran. Geogr., Curitiba, n.16/17, p.117-151, 1965.
- 7 _____. (Coord.) A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional: contribuição à geografia, geologia e ecologia regional. Curitiba : SEPL / ADEA, 1978. 248p.
- 8 BIGHAM, J.M.; et al. Iron oxide mineralogy of well - drained Ultisols and Oxisols: II. Influence on color, surface area, and phosphate retention. Soil Sci Soc. Am. J., Madison, v.42, p.825-830, 1978.
- 9 BLUME, H.P.; SCHWERTMANN, U. Genetic evaluation of profile distribution of aluminium, iron, and manganese oxides. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, v.33, p.438-444, 1969.
- 10 BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim Técnico; n.12).
- 11 _____. _____. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, 1972. v.2, 354p. (Boletim Técnico; n.26).
- 12 _____. _____. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife. 1973. 431p. (Boletim Técnico; n.30).

- 13 CALVERT,C.S.; BUOL,S.W.; WEDD,S.B. Mineralogical characteristics and Transformations of a vertical rock-saprolite-soil sequence in the North Caroline Piedmont: I. Profile morphology, chemical composition, and mineralogy. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.44, p.1096-1103, 1980.
- 14 CAMARGO,M.N.; KLAMT,E.; KAUFFMAN,J.H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. Separata do B. Inf. Soc.Bras.Ci.Solo, Campinas, v.12, n.1, p.11-33, 1987.
- 15 CAMARGO,O.A. Micronutrientes no solo. In: SIMPOSIO ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA - REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO; 1988, Londrina. Anais. Londrina, 1988 p.103-117.
- 16 CARVER,R.E. Heavy Mineral Separation. In: Procedures in Sedimentary Petrology. Carver Ed. New York, Wiley - Interscience, p.427-452, 1971.
- 17 CASTRO,F.J.C.O. et al. Perspectivas do uso do ataque sulfúrico (H_2SO_4 1:1) e da dissolução alcalina ($NaOH$ 0,5N) para a análise mineralógica expedita de solos com B textural e B latossólico. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1984. 27p. Boletim de pesquisa; n.34).
- 18 CERRI,C.C. Alteração do granito de Itu: comportamento geoquímico dos principais elementos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 15, 1975, Campinas. Anais do... Campinas, p.417-421, 1975.
- 19 CHODUR,N.L. Caracterização de solos na região de Araucária - Contenda-Pr. Curitiba: UFPr, 1990. 104f. Tese de mestrado.
- 20 CURCIO,G.R. et al. Caracterização e distribuição dos solos da Serra do Mar (Porção Sul de Tombamento-Pr). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 23. 1991. Porto Alegre. Programas e resumos. Porto Alegre, 1991. p.264.
- 21 CURI,N.; KAMPF,N.; RESENDE,M. Mineralogia, química, morfologia e geomorfologia de solos originados de rochas efusivas das encostas superior e inferior do nordeste, no Rio Grande do Sul. R.bras.Ci.Solo, Campinas, v.8, p.269-276, 1984.
- 22 CURI,N.; FRANZMEIER,D.P. Effect of parent rocks on chemical and mineralogical properties of some oxisols in Brazil. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.51, p.153-158, 1987.
- 23 DANA,J.D.; HURLBUT,C.S.J. Manual de mineralogia. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976. 2v.
- 24 DANIELS,W.L.; ZELAZNY,L.W.; EVERETT,C.J. Virgin hardwood forest soils of the southern appalachian Mountains: I. Soil morphology and geomorphology. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.51, p.722-729, 1987.
- 25 DEMATTE,J.L.I.; HOLOWAYCHUCK,N. Solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo. I. Propriedades granulo-

- ométricas e químicas. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v. 1, p.92-98, 1977a.
- 26 _____. _____. Solos da região de São Pedro, Estado de São Paulo. II. Mineralogia. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.1, p.99-103, 1977b.
- 27 DEMATTE, J.L.I. Zircônio e titânio da fração areia de solos. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.2, p.74-77, 1978.
- 28 DICK, D.P.; KAMPF, N. Comparação da extração de ferro com HCl 6N, H₂SO₄ 1:1 e ditiomito-citrato-bicarbonato de sódio em horizontes B - latossólicos. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.12, p.185-188, 1988.
- 29 DOUGLAS, L.A. Vermiculites. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. Minerals in soil environments. Madison: Soil Science Society of America, 1977. p.259-288.
- 30 DURIEZ, M.A.M.; JOHAS, R.A.L.; BARRETO, W.O. Método simplificado para determinação dos valores de Ki e Kr na terra fina. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1982. 10p. Boletim de Pesquisa: n.2).
- 31 EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. First International Soil Classification Workshop. Rio de Janeiro, 1978. 376p.
- 32 _____. _____. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- 33 _____. _____. Estudo expedito de solos do Estado de Santa Catarina, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Rio de Janeiro. 1980. 155p. (Boletim Técnico; n.65).
- 34 _____. _____. Sistema brasileiro de classificação de solos. (2a aproximação) Rio de Janeiro, 1981. 107p.
- 35 _____. _____. Bases para leitura de mapa de solos. Rio de Janeiro, 1983. 91p.
- 36 _____. Reunião de classificação, correlação de solos e interpretação de aptidão agrícola, 2., 1983. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SBCS, 1983. 138p. (Documentos; n.5).
- 37 _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: SUDESUL/EMBRAPA. SNLCS, 1984. 2v.
- 38 _____. _____. Crêterios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988. 67p. (Documentos; n.11).
- 39 FANNING, D.S.; KERAMIDAS, V.Z. Micas. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. Minerals in soil environments. Madison: Soil Science Society of America, 1977. p.195-252.
- 40 FIGUEIREDO, O.A.R.; ALMEIDA, J.A. Quantificação das formas trocáveis e não trocáveis de alumínio em solos ácidos do

Estado de Santa Catarina. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.15, p.151-156, 1991.

- 41 FONTES, M.P.F. Vermiculita ou esmectita com hidróxi nas entrecamadas : proposição de nomenclatura. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, n.1, p.24-28, 1990.
- 42 FUPEF. Estudos das influências ambientais decorrentes da implantação da LT-138 Kv - Usina Governador Parigot de Souza a Paranaquã (2o LT). Curitiba, 1987b. 148p.
- 43 _____. Relatório de impacto ambiental: projeto PR.412 - Cabaraquara. Curitiba, 1988. 165p.
- 44 GAMBLE, E.E.; DANIELS, R.B.; NETTLETON, W.D. Geomorphic surfaces and soils in the Black Creek Valley, Johnston County, North Carolina. Soil Sci.Soc.Amer.Proc., Madison, v.34, p.276-281, 1970.
- 45 GILLMAN, G.P. The influence of net charge on water dispersible clay and sorbed sulphate. Aust.J. Soil Res., East Melbourne, v.12, p.173-176, 1974.
- 46 GOMES, I.A. Oxisols and inceptisol from gneiss in a subtropical area of Espírito Santo State, Brazil. Purdue University, 1976. 115f. Tese de mestrado.
- 47 _____. Caracterização e gênese de Podzólico Vermelho-Amarelo álico de atividade alta da região úmida do nordeste brasileiro. Piracicaba: ESALQ, 1985. 198f. Tese de doutorado.
- 48 GRAHAM, R.C.; DANIELS, R.B.; BUOL, S.W. Soil-geomorphic relations on the Blue Ridge Front : I. Regolith types and slope processes. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.54, p. 1362-1367, 1990a.
- 49 _____. BUOL, S.W. Soil-geomorphic relations on the Blue Ridge Front : II. Soil characteristics and pedogenesis. Soil Sci. Am. J., Madison, v.54, p.1367-1377, 1990b.
- 50 _____. WEED, S.B. et al. Weathering of iron-bearing minerals in soils and saprolite on the North Carolina Blue Ridge Front : II. Clay mineralogy. Cloys Clay Miner., Lawrence, v.37, p.29-40, 1989.
- 51 HUTTON, J.T. Titanium and zirconium minerals. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. Minerals in soils environments. Madison : Soil Science Society of America, 1977. p.639-670.
- 52 IAPAR. Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná. Londrina, 1978.
- 53 IGNATIEF, V.; LEMOS, P. Some management aspects of more important tropical soils. Soil Sci., Baltimore, v.95, p. 243-249, 1963.
- 54 IPARDES. Fundação Edison Vieira. Diagnóstico físico-ambiental da Serra do Mar área sul. Curitiba, 1991. 107p.

- 55 JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs; Prentice-Hall, 1958.
- 56 _____. Interlayering of expansible layer silicates in soils by chemical weathering. Cloys Clay Mineral., Lawrence, v.11, p.29-46, 1963.
- 57 _____. Chemical composition of soils. In: BEAR, F.E. (ed.) Chemistry of the soil. New York: Reinhold, 1964. p.71-141.
- 58 _____. Soil chemical analysis; advanced course. 2.ed. rev; Madison, 1974. 895p.
- 59 JOLY, A.B. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 1979. 5.ed. São Paulo : Ed.Nacional; 1979. 777p.
- 60 KAMPF, N.; DICK, D.P. Oxidos de ferro em Cambissolos Brunos no Rio Grande do Sul e sul de Minas Gerais. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.8, p.183-188, 1984.
- 61 KAMPF, N. Die eisenoxidmine einer klimasequenz von boden aus eruptiva in Rio Grande do Sul. Munchen Technische Universität Munchen. Federal Republic of Germany, 1981. 271f. Tese de doutorado.
- 62 _____. KLAMT, E. Mineralogia e gênese de Latossolos (Oxisols) e solos podzólicos da região nordeste do planalto sul-riograndense. R.bra.Ci.Solo., Campinas, v.2, p.68-73, 1978.
- 63 _____. SCHWERTMANN, U. Relações entre óxidos de ferro e a cor em solos cauliniticos do Rio Grande do Sul. R.bra.Ci.Solo., Campinas, v.7, p.27-31, 1983.
- 64 KER, J.C. Caracterização química, física, mineralógica e micromorfológica de solos brunos subtropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 148f. Tese de Mestrado.
- 65 KORTE, N.E. et al. Trace element movement in soils: influence of soil physical and chemical properties. Soil Sci., Baltimore, v.122, p.350-359, 1976.
- 66 KRONBERG, B.I. et al. Uso potencial do pó de pedreira como fonte de nutrientes críticos em solos altamente lixiviados com atenção a geoquímica de alguns solos da Amazonia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Ouro Preto, 1976. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976. p.147-169.
- 67 LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas. 2a.ed. SBCS-SNLCS, 1984. 46p.
- 68 LEKWA, G.; WHITESIDE, E.P. Coastal plain soils of southeaster Nigeria : II. Forms extractable iron, aluminium, and phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.50, p.160-166, 1986.
- 69 LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W.; DANIELS, R.B. Soil-landscape relationships in the ocidental plateau of São Paulo State, Brazil : I.Geomorphic surfaces and soil mapping

- units. Soil Sci. Soc. Am. J, Madison, v.41, p.104-109, 1977.
- 70 LEPSCH, I.F.; Buol, S.W. Oxisol-landscape relationships in Brazil. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., 1986, Rio de Janeiro. Classification, characterization and utilization of oxisols: proceedings. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1988. pt.1, p.174-189.
- 71 LIMA, V.C. Estudo pedológico de perfis de solos do grande grupo Rubrozem da Bacia de Curitiba. Piracicaba, 1974. 119f. Tese de Mestrado.
- 72 _____. DEMATTE, J.L.I.; MONIZ, A.C. Mineralogia de argila do Rubrozem (Palehumult), Bacia de Curitiba - Paraná. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.1, p.81-85, 1977.
- 73 _____. Caracterização e classificação de solos derivados de eruptivas básicas do terceiro planalto paranaense. Piracicaba: ESALQ, 1979. 249f. Tese de doutorado.
- 74 LIMA, J.M.J.C. Estudo de uma sequência de solos desenvolvidos de rochas básicas do sudoeste do Estado do Paraná. Piracicaba: ESALQ, 1979a 123p. Tese de Mestrado.
- 75 LIMA, V.C.; LIMA, J.M.J.C. Mineralogia de solos da região de Curitiba I - Cambissolo derivado de Filito. Rev. do Setor de Ciências Agrárias., Curitiba, n.7, p.1-9, 1985.
- 76 _____. _____. Mineralogia de solos da região de Curitiba. II Solo Litólico derivado de quartzito. Rev. do Setor de Ciências Agrárias., Curitiba, v.8, p.39-45, 1986.
- 77 LINDSAY, W.L.; VLEK, P.L.G. Phosphate minerals. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. Minerals in soils environment. Madison: Soil Science Society of America, 1977. p.639-670.
- 78 _____. LIMA, R.E. Nota preliminar sobre a geologia da Serra da Prata-Pr. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n.36, p.65-68, 1985.
- 79 LOPES, O.F. O granito sin-tectônico Cubatãozinho: petrogenese e evolução geológica. In: SIMPOSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3. 1987, Curitiba. Atas do ... Curitiba Editora, 1987. v.2, p.481-490.
- 80 LOUGHNAM, F.C. Chemical weathering of the silicate minerals. New York: American Elsevier, 1969. 154p.
- 81 MACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. 2.ed. Rio de Janeiro: J.Olympio, 1981. 450p.
- 82 MCKEAGUE, J.A.; DAY, J.H. Dithionite and oxalate - extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Can.J.Soil.Sci., Ottawa, v.46, p.13-22, 1966.
- 83 _____. BRYDON, F.E.; MILES, N.M. differentiating of forms extractable iron and aluminium in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, v.35, p.33-38, 1971.

- 84 MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium carbonate. Proc. 7. Mat. Conf. Clays Min., 1960. 317p.
- 85 MEKARU, T.; UEHARA, G. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, v.36, p.296-300, 1972.
- 86 MELFI, A.J.; PEDRO, G.; VOLKOFF, B. Natureza e distribuição dos compostos ferríferos nos solos do Brasil. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.3, p.47-54, 1979.
- 87 MELO, M.E.C.C.M. et al. Teores de Ferro, na terra fina e na argila, por ataques sulfúrico e triácido e extração pelo CBD. In: Investigações coligadas em variedades selecionadas de Latossolos do Brasil sudeste e sul - Contribuição a III reunião de classificação, correlação de solos e interpretação da aptidão agrícola (versão provisória). Rio de Janeiro, 1984. 68-79p. (EMBRAPA-SNLCS-SBCS).
- 88 MONIZ, A.C.; GRANDE, M.A.; OLIVEIRA, V. Solos do trecho Cabo Frio-Xerém (RJ) : influência de regimes pluviais e de material de origem na pedogênese. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.14, p.205-214, 1990.
- 89 MOSS, R.P. Slope development and soil morphology in a part of south-west Nigeria. J.Soil Sci., Oxford, v.16, p.192-195, 1965.
- 90 NETTLETON, W.D.; BRASHER, B.R. Correlation of clay minerals and properties of soils in the western United States. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.47, p.1032-1036, 1983.
- 91 NORRISH, K.; TAYLOR, R.M. The isomorphous replacement of iron by aluminium in soil goethites. J.Soil Sci. London, 12:294-306, 1961.
- 92 OLEJNIK, J. Manual de fertilização e correção dos solos. Curitiba: Emater, 1980. 91p.
- 93 OLIVEIRA, J.B.; MENCK, J.R.F. Latossolos da quadricula de Campinas, SP. I. Características morfológicas e químicas. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.1, p.108-114, 1977.
- 94 PARANA. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. Atlas do Estado do Paraná. Curitiba, 1990. 73p.
- 95 PENTEADO, M.M. Fundamentos de geomorfologia. 3.ed. Rio de Janeiro. IBGE. 3 ed., 1983. 186p.
- 96 QUEIROZ, S.B.; KLAMT, E. Mineralogia e gênese de Brunizem Avermelhado e Terra Roxa Estruturada similar na encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.9, p.51-57, 1985.
- 97 RAMOS, D.P. Latossolos brasileiros : um novo enfoque para o reconhecimento de características diferenciais. Piracicaba: ESALQ, 1981. 184f. Tese de Doutorado.

- 98 RAUEN, M.J. Mineralogical identification of a toposequence of soils from basaltic rocks in the state of Parana, Brazil. Indiana: Purdue University, 1980. 161f. Tese de mestrado.
- 99 REBERTUS, R.A.; BUOL, S.W. Iron distribution in a developmental sequence of soils from mica gneiss and schist. Soil Sci.Soc.Am.J., Madison, v.49, p.713-720, 1985.
- 100 RESENDE, M. Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil. Indiana: Purdue University, 1976, 238f. Tese de doutorado.
- 101 RIZZO, L.T.B. Relações solo-paisagem em uma área do extremo sul do Estado de São Paulo (bacia do rio Ribeira do Iguape). Piracicaba: ESALQ, 1991. 167f. Tese de Mestrado.
- 102 ROCHA, H.O. Die boden und geomorphologischen einheiten der region von Curitiba (Paraná-Brasilien). Freiburg: Universitat zu Freiburg, 1981. 189f. Tese de doutorado.
- 103 _____. SANTOS FILHO, A.; SCHIMIDT, J. Composição química total de Latossolos de pedimentos da região de Curitiba e de Castro. Rev. do Setor de Ciências Agrárias., Curitiba, v.4, p.71-73. 1982.
- 104 _____. et al. Levantamento Geomorfológico com ênfase em solos na porção sul de tombamento da Serra do Mar-Pr. Curitiba : UFPr-ITCF, (1992) (não publicado).
- 105 RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. Macrozoneamento florístico da área de proteção ambiental APA - Guaraqueçaba. Curitiba: FUPEF, 1988. (FUPEF.Série Técnica n.15).
- 106 RODRIGUES, T.E.; KLAMT, E. Mineralogia e genese de uma sequência de solos no Distrito Federal. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.2, p.132-143, 1978.
- 107 RUEDA, J.R.J.; DEMATTE, J.L.I. Solos originados de lamitos da Formação Marília (GRUPO BAURU) da região de Monte Alto, SP. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.12, p.161-170, 1988.
- 108 RUHE, R.V. Geomorphic surfaces and the nature of soils. Soil Sci., Baltimore, v.82, p.441-455, 1956.
- 109 SANTOS FILHO, A. Genese und Eigenchaften repräsentativer bodentypen in der schichtstufenlandschaft des Staates (Paraná-Brasilien). Freiburg: Universitat zu Freiburg, 1977. 192f. Tese de doutorado.
- 110 _____. ROCHA, H.O. Relação entre solos e superfícies de erosão na região de Foz do Iguaçu - PR I - Granulometria e propriedades químicas. Rev.do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.3, p.123-132, 1981a.
- 111 _____. _____. II - óxidos pedonegéticos. Rev.do Setor de Ciências Agrárias., Curitiba, v.3, p.133-137, 1981b.

- 112 _____. _____. III - composição química total. Rev.do Setor de Ciências Agrárias., Curitiba, v.3, p.139-142, 1981c.
- 113 _____. _____. Cobre em solos do Estado do Paraná. Rev.do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.4, p.23-26, 1982.
- 114 _____. _____. SANTOS,M.E.L. Caracterização de Cambissolo da região de Contenda-Pr. Rev.do Setor Ci.Agrárias., Curitiba, v.4, p.75-76, 1982.
- 115 _____. Zinco total em alguns solos do Estado do Paraná. Rev. do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.5, p.1-3, 1983.
- 116 SANTOS FILHO,A.; BLUM,W.E.H.; MUELLER,H.W. Relação entre solos e superfícies de erosão na região de Foz do Iguaçu - Pr. IV Argilo minerais. Rev.do Setor de Ciências Agrárias., Curitiba, v.5, p.43-48, 1983.
- 117 _____. Capacidade de troca de cátions das frações orgânicas e mineral em solos do Estado do Paraná. Rev. do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.7, p.43-46, 1985.
- 118 SANTOS,H.G. Solos intermediários entre Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo argila de atividade baixa: conceituação e distinção. Rio de Janeiro: Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro, 1986, 292f. Tese de doutorado.
- 119 SEHNEM,A. Gleiqueniáceas. Itajaí: H.B.R., 1970. 37p. (Flora Ilustrada Catarinense).
- 120 SCHEFFER,F; SCHACHTSCHABEL,P. Lehrbuch der bodenkunde. 9.ed. Stuttgart: Ferdinand Enke, Gleiqueniáceas. 1973. 394p.
- 121 SCHWERTMANN,U. Transformation of hematite to goetite in soils. Nature, London v.232, p.64-65, 1971.
- 122 _____. Use of oxalate for the Fe extration from soils., Can.J.Soil.Sci., Ottawa, v.53, p.244-246, 1973.
- 123 _____. FISCHER,W.R.; PADENHOF,H. The influence of organic compounds on the formation of iron oxides. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 9., 1968, Adelaide. Anais. Adelaide, 1968. v.1, p.645-656.
- 124 _____. TAYLOR,R.M. Iron oxides. In: DIXON,J.B.; WEED,S.B., eds. Minerals in soils environments. Madison: Soil Sci. Soc. Am., 1977. p.145-180.
- 125 SUGUIDO,K.; COIMBRA,A.M.; CATTO,A.J. Estudo comparativo dos sedimentos e rochas cristalinas circundantes da bacia de São Paulo. (granulometria e minerais pesados). In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. Anais ... Belém, 1972. v.1, p.141-152.
- 126 _____. Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica. São Paulo: E.Blucher Ed. da USP., 1980. 500p.

- 127 TEJAN-KELLA, M.S.; CHITTLEBOROUGH, D.J.; FITZPATRICK, R.W.
Weathering assesment of heavy minerals in age sequences
of Australian sandy soils. Soil Sci. Soc. Am. J.,
Madison, v.55, p.427-438, 1991.
- 128 TIE-BI-YOUAN, M. et al. Caracterização e classificação de
solos da Formação Pariqueira-Açu (SP). R.bras.Ci.Solo.,
Campinas, v.7, p.183-190, 1983.
- 129 THAN, K.H.; TROTH, P.S. Sílica-sesquioxides ratios as aids
in caracterezation of some temperate region and Trop-
ical soil clays. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v.46,
p. 1109-1114, 1982.
- 130 TREMOCOLDI, W.A.; STEINHARDT, G.C. Gênese de solos podzó-
licos derivados de arenitos da Formação Bauru do Estado
de São Paulo. R.bras.Ci.Solo, Campinas, v.11, p. 59-65,
1987.
- 131 UBERTI, A.A.; KLAMT, E. Relações solo-superfícies geomór-
ficas na encosta inferior do nordeste do Rio Grande do
Sul. R.bras.Ci.Solo., Campinas, v.8, p.229-234, 1984.
- 132 VALADARES, J.M.A.S. Cobre em solos do Estado de São Pau-
lo. I - cobre total. Bragantia, Campinas, v.34, n.4,
p.125-132, 1975.
- 133 _____. Zinco em solos do Estado de São Paulo. I - zinco
total. Bragantia, Campinas, v.34, n. 5, p.133-139,
1975.
- 134 _____. CAMARGO, O.A. Manganês em solos do Estado de São
Paulo. R.bras.Ci.Solo, Campinas, v.7, p.123-130, 1983.
- 135 VAN RAIJ, B.; PEECH, M. Electrochemical properties of some
oxisols and alfisols of the tropics. Soil Sci. Soc.
Amer. Proc., Madison, v.36, p.587-593, 1972.
- 136 VAN WAMBEKE, A.R. Criterio for classifying tropical soil
by age. J.Soil Sci., Oxford, v.13, p.124-132, 1962.
- 137 VERDADE, F.C. Composição química de alguns solos do Estado
de São Paulo. Bragantia, Campinas, v.20, n.40, p.885-
905, 1961.
- 138 VOLKOFF, B. Os produtos ferruginosos que determinam a cor
dos latossolos da Bahia. R.bras.Ci.Solo, Campinas, v.2,
p.55-9, 1978.
- 139 _____. MELFI, A.J. Transformações mineralógicas em Rubro-
zens da bacia sedimentar de Curitiba(PR).
R.bras.Ci.Solo, Campinas, v.4, p.173-181, 1980.
- 140 WALKER, A.L. The effects of magnetite on oxalate - and di-
thionite - extractable iron. Soil Sci. Soc. Am.J.,
Madison, v.47, p.1022-1026, 1983.

ANEXOS

ANEXO 1 - DESCRIÇÃO MORFOLOGICA DOS PERFIS

Perfil nº 01

Data: 12/03/91

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo profundo Tb Alico A moderado textura média/muito argilosa.

Situação e Declive: Terço médio da pendente com 32%.

Altitude: 340m

Litologia: Granitos

Geologia: Granito Canavieiras.

Cronologia: Proterozóico

Material originário: Saprolitos da litologia citada.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Com rochosidade.

Relevo Local: Forte ondulado

Relevo Regional: Montanhoso e forte ondulado

Erosão: Não aparente

Drenagem: Bem drenado.

Uso atual: Perfil sob linha de alta tensão com capoeira

Descrito e Coletado por: Gustavo Ribas Curcio

Paulo Chedid

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- Ap - 0-13cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2), úmido), bruno (10 YR 5/3, seco), franco-argilo-arenoso; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada, (13-20cm).
- Bt₁₁ - 13-35cm, bruno-amarelado-escuro a bruno-escuro (9 YR 4/4; úmido), bruno-amarelado a bruno (9 YR 5/4, seco); argila-arenosa; moderada grande e média blocos subangulares; muito duro, friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt₁₂ - 35-72cm, bruno-escuro a bruno (7,5 YR 4/4/, úmido), bruno-forte (7,5 YR 5/7, seco); argila; moderada grande e média blocos subangulares; extremamente duro, firme a friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt₂₁ - 72-110cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido), bruno-forte (7,5 YR 5/8, seco); muito argiloso; moderada a forte grande e média blocos subangulares; extremamente duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bt₂₂ - 110-142cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido), bruno-forte (7,5 YR 5/8, seco); argila; moderada a forte grande e média blocos subangulares; extremamente duro, friável. ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

Bt₂₃ - 142-160cm, bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/8, seco); muito argiloso; moderada grande e média blocos subangulares; extremamente duro, friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

BtC - 160-174cm, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/8, seco); muito argiloso; moderada grande e média blocos subangulares; extremamente duro, friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes.

Ap - muitas fasciculadas finas e médias

Bt₁₁ - muitas fasciculadas finas

Bt₁₂ - muitas fasciculas finas

Bt₂₁ - comuns a poucas fasciculadas finas

Bt₂₂ - poucas fasciculadas finas

Poros

Ap - comuns médios e muitos muito pequenos e pequenos

Bt₁₁ - comuns pequenos

Bt₁₂ - comuns a poucos muito pequenos

Bt₂₁ - comuns muito pequenos e poucos pequenos

Bt₂₂ - comuns muito pequenos e poucos pequenos

Bt₂₃ - poucos muito pequenos

BtC - poucos pequenos e médios.

- trincheira com 1,74cm aberta sob linha de alta tensão;
- perfil descrito em dia ensolarado;
- perfil úmido;
- presença de capim gordura e samambaias sobre o perfil;
- presença de cristais de quartzo angulosos em todo o perfil com tamanho médio de 2mm;
- presença de carvãozinhos até a profundidade de 38cm com maior concentração no horizonte Bt₁₁;
- presença de dutos de antigas raízes (possivelmente) preenchidos com material enriquecido em matéria orgânica no horizonte Bt₁₁ e em menor quantidade no horizonte Bt₁₂;
- presença de "bolsão" com material orgânico no horizonte Bt₁₂ e Bt₂₁ na profundidade de 63 a 98 cm em disposição verticalizada;
- presença de fragmentos de rocha semi intemperizados e bem localizados no horizonte Bt₂₃;
- presença de fragmentos de rocha semi intemperizados no horizonte BtC;
- através de tradagens identificou-se a presença de R, 20cm abaixo do "pé do perfil";
- horizonte Bt₂₂ em nada difere morfologicamente do horizonte Bt₂₁. Esta subdivisão foi feita somente para possível identificação de variação química.

Perfil nº 02

Data: 13/03/91

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo muito profundo Tb
Alico Epidiotrófico A moderado textura média/muito argilosa.

Situação e Declive: Terço inferior da pendente com 40% de declive.

Altitude: 100m

Litologia: Riódacito

Cronologia: Proterozóico

Material originário: Saprolitos da litologia mencionada.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo Local: Forte ondulado

Relevo Regional: Forte ondulado e montanhoso

Erosão: No local não aparente

Drenagem: Bem drenado.

Uso atual: No local sem uso com capoeira

Descrito e Coletado por: Gustavo Ribas Curcio

Marcos F.G. Rachwal

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- Ap - 0-13cm, bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmido),
bruno-acinzentado a cinzento-brunado-claro (10 YR
5,5/2, seco); franco-argilo-arenoso, moderada média
blocos subangulares; ligeiramente duro, friável,
ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso;
transição clara e ondulada (13-17cm).
- Bt₁₁ - 13-43cm, bruno-amarelado-escuro a bruno-escuro (9 YR
4/4, úmido), bruno-amarelado-claro a bruno-claro (9
YR 6/4, seco); argila; moderada grande blocos
subangulares; ligeiramente duro a duro, firme a
friável, ligeiramente plástico a plástico e
ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt₁₂ - 43-65cm, bruno-amarelado a bruno-forte (9 YR 5/5,
úmido), bruno-amarelado-claro a bruno-claro (9 YR
6/4, seco); argila, moderada grande a pequena blocos
subangulares; extremamente duro, firme a friável,
ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente
pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt₂₁ - 65-98cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido), amarelo-
avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); muito argiloso;
moderada a forte grande a pequena blocos subangulares
e angulares; extremamente duro, firme, ligeiramente
plástico a plástico e ligeiramente pegajoso;
transição difusa e plana.

- Bt₂₂ - 98-161cm, bruno-forte (7,5 YR 5/7, úmido), amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); muito argiloso; moderada a forte grande a pequena, blocos subangulares e angulares; extremamente duro, firme, plástico a ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- BtC₁ - 161-206cm, bruno-forte a amarelo-avermelhado (7,5 YR 5,5/6, úmido), amarelo-avermelhado (7,5 YR 6,5/6, seco); muito argiloso; moderada a forte média e pequena blocos subangulares e angulares; extremamente duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- BtC₂ - 206-278cm, bruno-forte a amarelo-avermelhado (7,5 YR 5,5/6, úmido), amarelo-avermelhado (7,5 YR 6,5/6, seco); muito argiloso; moderada grande e média blocos subangulares e angulares; muito duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso.
- C - 350-420cm, vermelho (2,5 YR 5/6, úmido) argila.

OBSERVAÇÕES:

- horizonte BtC₂ com mosqueados:
 - (7,5 YR 5/8 úmido) - bruno-forte, comum médio e difuso;
 - (10 YR 6/5, úmido) - bruno-amarelado-claro a amarelo brunado; comum grande e proeminente.
- horizonte C com mosqueado:
 - (10 YR 7/6, úmido), amarelo, comum grande e proeminente.
- horizonte C coletado ao lado da trincheira.

- Raízes:

Ap - muitas fasciculadas finas e médias

Bt₁₁ - comuns fasciculadas médias e finas e poucas grossas

Bt₁₂ - poucas fasciculadas finas, médias e grossas

Bt₂₁ - poucas finas e médias

Bt₂₂ - raras

- Poros:

Ap - muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios

Bt₁₁ - comuns muito pequenos e poucos pequenos

Bt₁₂ - comuns muito pequenos e poucos pequenos

Bt₂₁ - poucos médios, pequenos e muito pequenos

Bt₂₂ - poucos médios, pequenos e muito pequenos

BtC - poucos pequenos e muito pequenos

- presença de blocos de riolascito nos horizontes:

Bt₁₁ - 3cm de diâmetro de forma arredondada

Bt₁₂ - bloco de forma angulosa com 15cm x 9cm

B_{2t} - bloco arredondado com 5cm de diâmetro

BtC₁ - 2 blocos arredondados

. 5cm de diâmetro

. 1cm de diâmetro

BtC₂ - 2 blocos arredondados

. 3cm de diâmetro

. 2cm de diâmetro

* - blocos semintemperizados

- perfil úmido descrito em dia nublado

- este solo encontra-se em outras partes da vertente,
em estágio de erosão severa em sulcos

- perfil com matriz livre de mica

- presença de "organs" no Bt₁₁ em grande quantidade
- sugere colúvio.

Perfil nº 03

Data: 13/03/91

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico Tb Alíco
Epidistrófico A moderado textura argilosa/muito argilosa.

Situação e Declive: Terço inferior da pendente com 36% de declive.

Altitude: 360m

Litologia: Granito

Geologia: Formação Morro Inglês

Cronologia: Proterozóico

Material originário: Saprolitos da litologia acima.

Pedregosidade: Não pedregoso

Rochosidade: Não rochoso

Relevo Local: Forte ondulado

Relevo Regional: Forte ondulado e montanhoso

Erosão: Não aparente

Drenagem: Acentuadamente drenado

Uso atual: Capoeira

Descrito e Coletado por: Gustavo Ribas Curcio

Marcos F.G. Rachwal

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- Ap - 0-13cm, bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno a bruno-claro-acinzentado (10YR 5,5/3); argilo-arenosa, moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente duro e friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- Bt₁₁ - 13-39cm, bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmido), amarelo-avermelhado (7,5 YR 6,5/6, seco); argila; moderada grande a pequena blocos subangulares; duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bt₁₂ - 39-63cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido), amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); muito argilosa, moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada forte muito pequena blocos subangulares; duro, friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bt₂₁ - 63-122cm, bruno-forte a vermelho-amarelado (6 YR 5/7, úmido), amarelo-avermelhado (6 YR 6/8, seco); muito argiloso; moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz moderada pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bt₂₂ - 122-185cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/7, úmido), amarelo-avermelhado (5 YR 6/7, seco); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares, que se desfaz em

moderada pequena granular; duro, friável, plástico a ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bt₂₃ 185-265cm, vermelho (2,5 YR 4/8, úmido), vermelho-claro (2,5 YR 6/7, seco); muito argiloso; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena granular; duro, friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes

Ap - muitas finas e médias

Bt₁₁ - muitas finas e médias e poucas grossas

Bt₁₂ - muitas a comuns finas e médias

Bt₂₁ - comuns finas e poucas médias

Bt₂₂ - poucas finas

Poros

Ap - muitos muito pequenos e pequenos, comuns médios

Bt₁₁ - comuns a muitos médios, pequenos e muito pequenos e poucos grandes

Bt₁₂ - comuns a muitos médios, pequenos e muito pequenos e poucos grandes

Bt₂₁ - muitos a comuns médios e comuns pequenos e muito pequenos

Bt₂₂ - comuns pequenos e muito pequenos e poucos médios

Bt₂₃ - comuns pequenos e muito pequenos e poucos médios

- perfil úmido descrito em dia nublado

- trincheira com 265cm

- presença em grande quantidade de "organs" nos horizontes Bt₁₁ e Bt₁₂

- presença de mica em grande quantidade em todo o perfil, com diâmetro de 3mm
- presença de bolsão com estrutura forte muito pequena granular no horizonte Bt₂₁
- presença de atividade biológica (galerias).

Perfil nº 04

Data: 14/03/91

Classificação: Cambissolo latossólico Tb Alico A moderado
textura argilosa substrato granito.

Situação e Declive: Terço médio da vertente com 18%

Altitude: 200m

Litologia: Granito

Geologia: Formação Granito Rio do Poço

Cronologia: Proterozóico

Material originário: Saprolitos da litologia citada.

Pedregosidade: Não pedregoso

Rochosidade: Com rochosidade

Relevo Local: Ondulado

Relevo Regional: Forte ondulado e montanhoso

Erosão: Não aparente

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Capoeira

Descrito e Coletado por: Gustavo Ribas Curcio

Marcos F.G. Rachwal

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- Ap - 0-10cm, bruno-acinzentado-escuro a bruno-escuro (10 YR 4/2,5, úmido), bruno a bruno-claro-acinzentado (10 YR 5,5/3, seco); argilo-arenoso, moderada média e pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- Bi₁₁ - 10-28cm, bruno a bruno-escuro (10 YR 4,5/3, úmido), amarelo-brunado (10 YR 6/6, seco); argila; moderada grande a pequena blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- Bi₁₂ - 28-49cm, bruno-amarelado-escuro a bruno-amarelado (10 YR 4,5/4, úmido), bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4, seco); argila; moderada grande a pequena blocos subangulares; duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bi₂₁ - 49-982cm, bruno-amarelado (10 YR 5/5, úmido), amarelo-brunado (10 YR 6/6, seco); argila; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena granular; muito duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- Bi₂₂ - 98-151cm, bruno-amarelado (10 YR 5/5, úmido), bruno-claro (10 YR 6/3, seco); argila; moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena granular; muito duro a extremamente duro,

friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

Bi₂₃ 151-179cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido), amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/7, seco); muito argiloso: moderada grande blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena granular; duro, firme a friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso.

BiC - 187-227cm, bruno-forte a vermelho-amarelado (6 YR 5/8, úmido), amarelo-avermelhado (6 YR 6/7, seco). muito argiloso.

OBSERVAÇÕES: Raízes

Ap - muitas finas, comuns médias e grossas

Bi₁₁ - muitas finas, comuns médias e grossas

Bi₁₂ - poucas finas e comuns médios

Bi₂₁ - poucas finas e médias

Bi₂₂ - raras

Poros

Ap - muitos médios e pequenos e comuns grandes

Bi₁₁ - comuns pequenos e muito pequenos e poucos médios

Bi₁₂ - muitos muito pequenos, comuns médios e pequenos

Bi₂₁ - poucos muito pequenos, comuns médios e pequenos

Bi₂₂ - pouco muito pequenos, comum médios e pequenos

Bi₂₃ - poucos pequenos

- perfil descrito em trincheira com 179cm

- perfil úmido descrito em dia nublado

- serapilheira variando de 3cm a 8cm de espessura

- presença de pequena quantidade de carvão no perfil com profundidade máxima de 33cm

- horizonte BiC coletado com o trado
- rocha em contato lítico com 227cm.

Perfil nº 05

Data: 14/03/91

Classificação: Cambissolo pouco profundo Tb Alico A moderado
textura franco-argilosa substrato biotita-muscovita-xisto.

Situação e Declive: Terço médio da vertente com 19%

Altitude: 150m

Litologia: Biotita-muscovita-xisto

Geologia: Formação Rio das Cobras

Cronologia: Arqueana

Material originário: Saprolitos do material acima citado.

Pedregosidade: Não pedregoso

Rochosidade: Não rochoso

Relevo Local: Forte ondulado

Relevo Regional: Forte ondulado e montanhoso

Erosão: Não aparente

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Pastagem

Descrito e Coletado por: Gustavo Ribas Curcio e Celina
Wisniewski Koehler

DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

- Ap - 0-20cm, bruno-escuro a bruno (10 YR 4/3, úmido), (10 YR 5,5/6, seco); formação franco-argiloso; moderada grande a pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana, (17-20cm).
- Bi₁ - 20-37cm, bruno amarelado a amarelo brunado (10 YR 5,5/6, úmido), amarelo (10 YR 7/6, seco); franco-argilo-siltoso; moderada grande a pequena blocos subangulares e angulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bi₂₁ - 37-57cm, bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmido), bruno muito claro (10 YR 8/4, seco); franco-argilo-siltoso; moderada grande e média blocos subangulares e angulares; extremamente duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- Bi₂₂ - 57-76cm, bruno-amarelado e bruno-forte (8 YR 5/6, úmido), bruno muito claro a rosado (8 YR 8/4, seco); franco-argiloso; moderada grande blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- BiC - 76-93 cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/7, úmido), bruno-forte (7,5 YR 5/6, seco); franco-siltoso; fraca moderada grande blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulado (89-93cm).

C₁ 93-140 cm, coloração variegada constituída predominantemente de amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, úmido), vermelho e vermelho-amarelado (3 YR 5/6, úmido); rosado (5 YR 7/4, seco); franco-siltoso; maciça; macio e friável, plástico a ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara e irregular (100-140cm).

C₂ - 100-140cm, coloração variegada constituída predominantemente de vermelho-amarelado a vermelho (4 YR 5/6, úmido), amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, úmido), rosado (8 YR 8/4, seco); franco-siltoso; maciça; macio, friável, plástico a ligeiramente plástico e pegajoso.

OBSERVAÇÕES: Raízes

Ap - muitas fasciculadas finas e médias e comuns pivotantes médias

Bi₁ - comuns fasciculadas finas e comuns pivotantes médias

Bi₂₁ - poucas fasciculadas finas e poucas pivotantes médias

Bi₂₂ - raras

- perfil descrito em dia nublado

- perfil úmido

- presença no horizonte Ap de:

. quartzito de tamanho 4 x 1,5 x 1cm;

. cristal de quartzo de tamanho 3 x 3 x 1cm;

. xisto de tamanho 1,5 x 4,5 x 2,5cm;

. fragmentos de cristais de quartzo de tamanhos e formas variadas de tamanho inferior a 3cm.

- presença no horizonte Bi1 de cristais de quartzo de tamanho e formas angulosas inferiores a 3cm.
- presença de fragmentos de rocha biotita-muscovita-xisto em pequena quantidade de tamanho em torno de 4 x 4 x 1cm no horizonte Bi₂₁, Bi₂₂ e BiC.
- presença de cristais de quartzo dentro da rocha no horizonte C₂.
- percebe-se fragmentos de rocha no horizonte C₂ em disposição vertical o que traduz em uma transição quebrada na parede lateral do perfil.
- atividade biológica perceptível em 75cm (larva de coleóptero).
- mesmo entre os fragmentos de rocha no horizonte Ci₂ não se percebe nenhum sinal de estrutura herdada.

ANEXO 2

[illegible]

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH calgon) %				Argila dispersa em água %	Grau de floculação %	% Silte	Densidade g/cm ³		Porosidade % (volume)
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				% Argila	Aparente	
Ap	0- 13	0	4	96	40	15	20	25	18	28	0,80			
Bt11	- 43	0	2	98	23	10	20	47	0	100	0,43			
Bt12	- 65	0	2	98	22	10	17	51	0	100	0,33			
Bt21	- 98	0	2	98	17	6	13	63	0	100	0,20			
Bt22	-161	0	0	100	15	6	11	68	0	100	0,16			
BtC1	-206	0	2	98	19	8	12	61	0	100	0,20			
BtC2	-278	0	2	98	19	7	13	61	0	100	0,21			
C	380-420	0	3	97	20	5	27	48	0	100	0,56			
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo meq/100g									Valor V de bases (sat. %)	100 Al +++ S + Al +++	Passível ppm
	Água	KCL 1N	Ca ++	Mg ++	K +	Na +	Valor S (soma)	Al +++	H +	Valor T (soma)				
Ap	5,4	4,3	0,1	0,99	0,17	1,3	0,4	8,4	10,1	13	24	8		
Bt11	4,3	3,8	0,2	0,36	0,07	0,6	2,3	3,5	6,4	9	79	1		
Bt12	4,3	3,7	0,2	0,27	0,05	0,5	2,6	2,8	5,9	8	84	1		
Bt21	3,9	3,7	0,2	0,16	0,05	0,4	3,4	3,1	6,9	6	89	2		
Bt22	3,9	3,7	0,2	0,04	0,10	0,3	3,0	3,0	6,3	5	91	3		
BtC1	3,9	3,8	0,4	0,02	0,08	0,5	2,4	2,1	5,0	10	83	3		
BtC2	4,0	3,8	0,1	0,02	0,05	0,2	2,1	2,6	4,9	4	91	4		
C	4,0	3,8	0,2	0,05	0,04	0,3	2,2	1,3	3,8	8	88	4		
Horizonte	C (orgânico) %	N %	C/N	ATAQUE POR						SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Kl)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre %	Equivalente de CaCO ₃ %
				H ₂ SO ₄ (1:1)				NaOH (0,8%)						
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
Ap	3,38	0,21	16	15,6	7,5	2,7	0,73			3,54	2,88	4,35		
Bt11	0,78	0,10	8	16,3	15,7	4,2	0,93			1,77	1,51	5,87		
Bt12	0,56	0,08	7	18,4	17,8	4,9	0,91			1,76	1,50	5,70		
Bt21	0,52	0,07	7	22,5	21,0	5,6	0,83			1,82	1,56	5,88		
Bt22	0,41	0,05	8	22,5	21,8	6,7	0,78			1,72	1,44	5,21		
BtC1	0,40	0,05	8	21,4	19,8	5,8	0,83			1,84	1,55	5,36		
BtC2	0,32	0,04	8	19,9	19,4	6,1	0,83			1,74	1,45	4,99		
C	0,23	0,03	8	20,4	21,2	6,2	0,60			1,64	1,38	5,37		
Horizonte	100 Na ⁺	Pasta saturada		Salis solúveis (extrato 1:5)						Constantes hídricas %				
		C.E. do extrato mmhos/cm 25°C	Água %	Ca ++	Mg ++	K +	Na +	HCO ₃ - CO ₃ =	Cl -	SO ₄ =	Umidade 1/3 atm	Umidade 15 atm		

Amostra de labor. n.º: 91.0251/0256

[illegible]

[illegible]

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispensão com NaOH calgon) %				Argila dispersa em água %	Grau de flocculação %	% Silte	Densidade g/cm 3		Porosidade % (volume)
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2 - 0,20 mm	Areia fina 0,20 - 0,05 mm	Silte 0,05 - 0,002 mm	Argila < 0,002 mm			% Argila	Aparente	Real	
Ap	0- 20	0	6	94	11	12	48	29	17	41	1,66			
Bi1	20- 37	0	0	100	9	11	45	35	0	100	1,29			
Bi21	- 57	0	2	98	7	12	46	35	0	100	1,31			
Bi22	- 76	0	6	94	11	11	45	33	0	100	1,36			
BiC	- 93	0	11	89	10	11	55	24	0	100	2,29			
Ci	-100	0	0	100	10	11	63	16	0	100	3,94			
C2	-140	0	5	95	11	12	61	16	0	100	3,81			

Horizonte	C (orgânico) %	N %	C N	ATAQUE POR						SiO ₂ Al ₂ O ₃ (Kl)	Si O ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ livre %	Equivalente de CaCO ₃ %
				H ₂ SO ₄ (1:1)			NaOH (0.8%)							
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	P ₂ O ₅	MnO					
Ap	2,00	0,17	12	16,6	11,3	3,9	0,65			2,50	2,05	4,54		
Bi1	0,54	0,06	9	16,1	10,7	4,4	0,68			2,56	2,03	3,81		
Bi21	0,46	0,05	9	18,3	14,5	5,1	0,66			2,14	1,75	4,46		
Bi22	0,39	0,04	10	19,5	15,5	5,9	0,53			2,14	1,72	4,12		
BiC	0,31	0,04	8	21,1	16,7	6,6	0,45			2,15	1,72	3,97		
Ci	0,25	0,03	8	20,7	16,5	5,4	0,25			2,13	1,76	4,79		
C2	0,21	0,03	7	20,8	17,4	5,6	0,16			2,03	1,69	4,87		

[illegible]